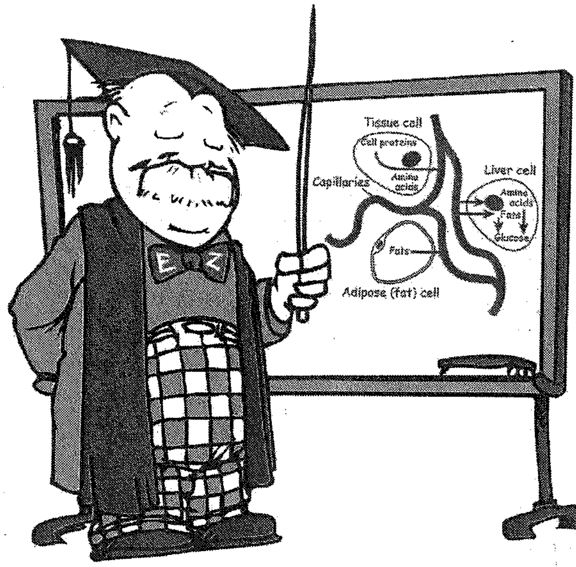


Barbara Krumhardt, Ph.D.
I. Edward Alcamo, Ph.D.

BARRON'S

ANATOMIE și FIZIOLOGIE UMANĂ pentru admitere la facultățile de medicină

UNIVERSITY PRESS
1999
TÂRGU-MUREȘ
2022

Titlul lucrării în original: E-Z Anatomy and Physiology
Autori: Barbara Krumhardt şi I. Edward Alcamo

Manualul se poate procura prin librăria universităţii, prin librăria online la adresa: http://librarie.umfst.ro/ şi prin librăriile universitare partenere.

Coordonatorul ediției în limba română: Prof. Dr. Angela Borda

Traducători:
Anca Bacârea
Mihai Gliga
Kutasi Reka
Cosmin Moldovan
Mircea Mureşan
Simona Mureşan
Anca Răchită

Adaptarea şi verificarea textului în limba română:
Angela Borda
Cristina Branea
Oana Căpraru
Constantin Enciulescu
Cosmin Moldovan
Adela Nechifor-Boilă
Alin Nechifor-Boilă

Tehnoredactare: Valentin Nădăşan
Tipar: Centrul de Copiere - University Press Târgu Mureş

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
KRUMHARDT, BARBARA
Anatomie şi fiziologie umană pentru admitere la facultăţile de medicină / Barbara Krumhardt, I. Edward Alcamo. - Târgu Mureş : University Press, 2022
Index
ISBN 978-973-169-728-4

I. Alcamo, Edward I.

61

Editura University Press
Director de Editură: Conf. dr. Georgeta Fodor
Corespondență/comenzi: UMFST G.E. Palade Târgu Mureş, România
Adresa editurii: Târgu Mureş, Str. Gh. Marinescu, Nr. 38, cod 540142
E-mail: editura.universitypress@umfst.ro
Tel./Fax. 0040265208932 **Tel.** 0040265215551/ int. 176

CUPRINS

PREFAȚA EDIȚIEI ORIGINALE

Învățarea anatomiei și a fiziologiei poate fi destul de grea, dat fiind că trebuie însușiți termeni, trebuie înțelese procese și trebuie studiate structuri noi.

Am încercat să vă facem sarcina mai ușoară printr-o abordare nesofisticată a anatomiei și a fiziologiei. Cartea de față, *Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină* (titlu original: *E-Z Anatomy and Physiology* – n. trad.), conține noțiunile de bază ce se regăsesc în cursurile de anatomie și fiziologie din programa școlilor și facultăților din domeniul sănătății. Elevii care doresc să urmeze o carieră în asistență medicală, fizioterapie, igienă dentară, tehnică medicală, farmacie sau alte specialități înrudite vor aprecia utilitatea acestei cărți. Studenții la facultățile de medicină vor regăsi în ea un valoros material auxiliar, iar elevii din anii terminali de liceu vor beneficia de abordarea directă a organismului uman pe care această lucrare o oferă.

Conținutul acestei cărți este în conformitate cu manualele standard și este prezentat clar, concis și detaliat, pentru a putea fi citit și înțeles rapid. Paragrafele sunt scurte, iar textul conține vocabularul de bază necesar pentru a putea utiliza cu încredere diversele concepte anatomice și fiziologice prezentate. Am încercat să evităm, de câte ori a fost posibil, un limbaj prea tehnic și am redus la maximum folosirea jargonului de specialitate, în favoarea unei abordări directe a conceptelor științifice. La sfârșitul lucrării este inclus un glosar, pentru a înlesni clarificarea noțiunilor și recapitularea textului. Pentru a vă putea ajuta în autoevaluarea progresului pe care îl înregistrați învățând am inclus, la sfârșitul fiecărui capitol, peste 100 de întrebări recapitulative de tipul celor pe care le veți întâlni cel mai frecvent la examene.

Această carte poate fi folosită și în pregătirea pentru examene cumulative, comprehensive și de certificare, ea conținând noțiuni de bază din anatomie și fiziologie redactate într-o formă ușor de citit. Conținutul capitolelor a fost planificat cu atenție, pentru a vă ajuta să vă simțiți confortabil abordând mulțimea de termeni noi pe care o veți întâlni. Puteți să faceți notițe oriunde, pe orice pagină – această carte a fost concepută să devină un prieten de nădejde, care să vă ajute la învățat. Nu uitați să citiți întrebările recapitulative, pentru a fi siguri că stăpâniți conceptele prezentate în fiecare capitol.

Sperăm că vă va plăcea să învățați din această carte, și ne va face o mare plăcere dacă, folosind-o, veți lua note de 10 la anatomie și fiziologie.

În încheiere, dorim să vă urăm succes la învățat. Dacă vă simțiți copleșiți la un moment dat, trageți adânc aer în piept și amintiți-vă proverbul: „Cu răbdarea, treci și marea".

Barbara Krumhardt
I. Edward Alcamo

PREFAȚĂ LA EDIȚIA ÎN LIMBA ROMÂNĂ

Științele care se ocupă de corpul uman sunt fascinante și complexe, prin bogăția de informații care servesc cunoașterii de la scară macroscopică până la celulă, moleculă și atom; multitudinea de detalii poate face demersul aprofundării biologiei, unul solicitant. Din acest motiv, modalitatea clară de structurare și transmitere a informației este obligatorie în procesul de învățare, care este primul pas al unui tânăr dornic de reușită în cariera medicală.

Admiterea la o facultate de medicină este dificilă, reușita presupune perseverență, mobilizare în strădania de a memora noțiuni vaste și adesea abstracte, conjugată cu nevoia de înțelegere a unor fenomene biologice, cu capacitatea de a integra informații din domenii diferite, conexe cu anatomia și fiziologia - chimia, fizica, genetica, acestea împreună fiind indispensabile asimilării materiilor de studiu preclinic, cu predare în primii ani de medicină. Un examen de admitere este nu doar o luptă dreaptă cu ceilalți candidați dar și o provocare a propriilor capacități.

Rigorile unui bun manual utilizat pentru pregătire sau pentru admitere, după caz, impun transmiterea informațiilor în forma unor noțiuni clar definite, prezentate într-un stil unitar, bine sistematizat, cu păstrarea unui echilibru între esențial și detaliu și, nu în ultimul rând, pretabil la alcătuirea de întrebări. *Anatomia și fiziologia pentru admitere la facultățile de medicină* îndeplinește aceste deziderate, cartea neconstituind o simplă traducere din limba engleză a unui manual utilizat în pregătirea candidaților pentru facultățile și colegiile din SUA, ci și o adaptare a textului la terminologia utilizată în predarea biologiei umane la nivel de studii liceale. O considerăm în egală măsură utilă elevilor care învață biologia dar și profesorilor care predau această disciplină. Pentru o mai ușoară familiarizare cu tehnicile moderne de evaluare a cunoștințelor utilizate inclusiv la admitere, fiecare capitol conține un număr de 100 de întrebări de tipuri diferite: completare de noțiuni care se găsesc în textul capitolului, întrebări cu răspuns la alegere, întrebări de tip adevărat/fals dar și un studiu de caz. Calitatea informației științifice și acceptarea acesteia de către candidați au trecut proba timpului în cadrul Universității de Medicină și Farmacie Științe și Tehnologie "George Emil Palade" din Târgu Mureș care a pregătit ediția în limba română și a introdus această carte pentru admitere de mai mulți ani.

Avem convingerea că decizia comună a principalelor universități de medicină și farmacie din țară reunite în cadrul Grupului G6: Universitatea de Medicină și Farmacie "Carol Davila" din București, Universitatea de Medicină și Farmacie "Iuliu Hațieganu" din Cluj-Napoca, Universitatea de Medicină și Farmacie "Grigore T. Popa" din Iași, Universitatea de Medicină și Farmacie Științe și Tehnologie "George Emil Palade" din Târgu Mureș, Universitatea de Medicină și Farmacie "Victor Babeș" din Timișoara, Universitatea de Medicină și Farmacie din Craiova alături de Universitatea Ovidius din Constanța va contribui la creșterea calității pregătirii candidaților la studiile medicale și la o standardizare a admiterii la un nivel internațional către care tindem cu toții.

Prof. dr. Leonard Azamfirei, rector, Universitatea de Medicină și Farmacie Științe și Tehnologie "George Emil Palade" din Târgu Mureș

Prof. dr. Anca Buzoianu, rector, Universitatea de Medicină și Farmacie "Iuliu Hațieganu" din Cluj-Napoca

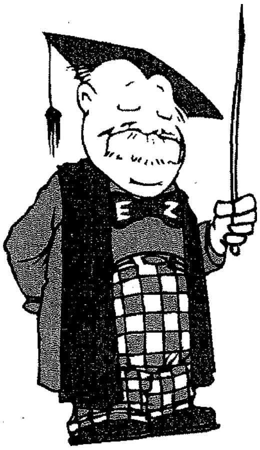
Prof. dr. Octavian Crețu, rector, Universitatea de Medicină și Farmacie "Victor Babeș" din Timișoara

Prof. dr. Dan Gheonea, rector, Universitatea de Medicină și Farmacie din Craiova

Prof. dr. Viorel Jinga, rector, Universitatea de Medicină și Farmacie "Carol Davila" din București

Prof. dr. Viorel Scripcariu, rector, Universitatea de Medicină și Farmacie "Grigore T. Popa" din Iași

Conf. dr. Dan Iliescu, rector, Universitatea Ovidius din Constanța



1

Introducere în anatomie şi fiziologie

CE VEŢI ÎNVĂŢA

Acest capitol prezintă concepte de bază ale anatomiei şi fiziologiei. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- deosebiţi subdiviziunile anatomiei şi fiziologiei;
- clasificaţi nivelele anatomice de organizare structurală;
- identificaţi funcţii şi procese vitale;
- corelaţi organele cu structurile şi funcţiile lor de bază;
- identificaţi caracteristicile reglării homeostaziei la oameni;
- identificaţi poziţia anatomică;
- folosiţi terminologia direcţională şi regională;
- diferenţiaţi între ele planurile corpului;
- deosebiţi cavităţile corpului şi membranele cavităţii abdominale;
- identificaţi regiunile şi cadranele abdomino-pelviene;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Niveluri de organizare structurală
- Caracteristici ale organismului uman
- Termeni direcţionali
- Cavităţile şi regiunile corpului
- Întrebări recapitulative

Cunoaşterea anatomiei şi fiziologiei omului este esenţială pentru a înţelege corpul uman. Anatomia şi fiziologia se referă la nivelurile de organizare a corpului uman şi la modul în care funcţionează acesta. Funcţiile corpului uman depind de structura sa; în acelaşi timp, structura organismului oferă indicii despre funcţiile pe care le îndeplineşte. Spre exemplu, plămânii sunt alcătuiţi din milioane de saci alveolari cu pereţii extrem de fini. Această alcătuire permite ca la nivelul plămânilor să se realizeze schimbul gazos dintre oxigen şi dioxidul de carbon.

Anatomia are mai multe subdiviziuni. De exemplu, **anatomia macroscopică** studiază structurile corpului care sunt vizibile fără microscop. **Anatomia microscopică** (**histologia**) se ocupă cu studiul celulelor, ţesuturilor şi organelor vizibile cu ajutorul microscopului. **Anatomia dezvoltării** se ocupă cu dezvoltarea individului de la stadiul de ou fecundat până la adult.

Şi în fiziologie există mai multe subdiviziuni. **Citologia** reprezintă studiul celulelor şi al funcţiilor acestora, **neurofiziologia** studiază funcţia nervoasă, **fiziologia renală** se ocupă de sistemul excretor şi funcţiile acestuia, iar **fiziologia reproducerii** studiază organele reproducătoare şi modalităţile de reproducere.

NIVELURI DE ORGANIZARE STRUCTURALĂ

Corpul uman prezintă câteva niveluri de organizare structurală. La cel mai simplu nivel, corpul uman este compus din **atomi**, particule electronomicroscopice de materie. Atomii sunt unităţi ale elementelor precum oxigenul, carbonul, azotul sau sodiul. Atomii se combină între ei pentru a forma **molecule**. Dintre moleculele importante din corpul uman fac parte apa, clorura de sodiu, proteinele, glucidele, lipidele (Figura 1.1).

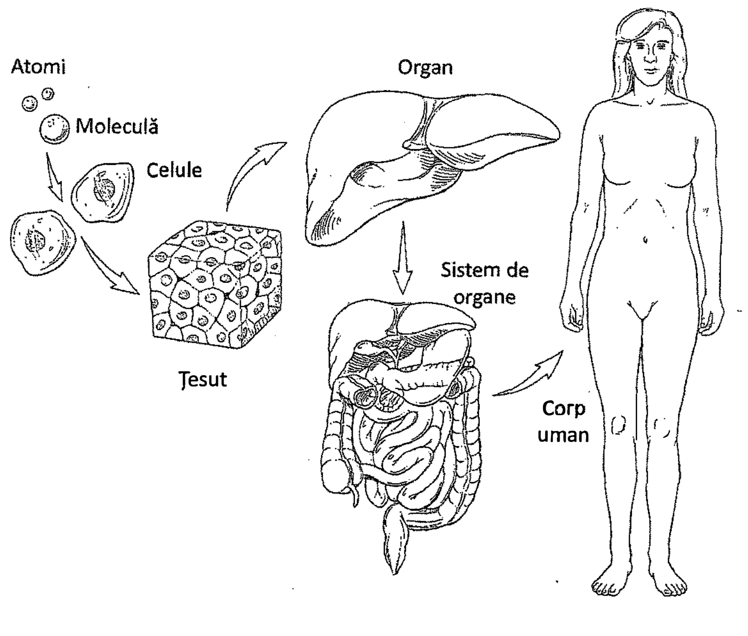


FIGURA 1.1 Niveluri de organizare structurală a corpului uman.

Asocierea mai multor molecule între ele dă naştere următorului nivel de organizare, **celula**. Celula este unitatea fundamentală a organismelor vii. Ea conţine structuri subcelulare, precum nucleul, mitocondriile, ribozomii şi lizozomii (Capitolul 3). Exemple de celule din organismul uman sunt: celulele nervoase, musculare, sanguine, fiecare cu structură şi funcţie unică.

Următorul nivel de organizare este **ţesutul**. Acesta reprezintă un grup de celule cu structură similară, care funcţionează împreună şi îndeplinesc aceeaşi funcţie (Capitolul 4). Organismul are patru tipuri principale de ţesuturi: ţesutul epitelial (precum epidermul din piele), ţesutul conjunctiv (precum sângele şi ţesutul osos), ţesutul muscular şi ţesutul nervos. Fiecare tip de ţesut are rolurile lui în organism.

Nivelul imediat superior de organizare este **organul**. Un organ este compus din două sau mai multe tipuri diferite de ţesuturi. Spre exemplu, stomacul este un organ compus din ţesut epitelial, muscular, nervos şi conjunctiv. Un organ funcţionează ca un centru anatomic şi fiziologic specializat pentru o anumită activitate.

Nivelul final de organizare structurală este **sistemul de organe**, compus din mai multe organe cu funcţii complementare. Exemple de astfel de sisteme includ sistemul digestiv, respirator, nervos şi circulator (Tabelul 1.1). Sistemele funcţionează împreună formând **organismul**, cel mai înalt nivel de organizare.

TABELUL 1.1 SISTEME DE ORGANE

Sistem de organe	Rol fiziologic	Componente majore
Tegument	Acoperă și protejează corpul	Piele, păr, unghii și glande sudoripare
Schelet	Protejează corpul și oferă suport pentru locomoție și mișcare	Oase, cartilaje și ligamente
Nervos	Primește stimuli, integrează informații și coordonează funcțiile organismului	Encefal, măduva spinării, nervi și organe de simț
Endocrin	Coordonează și integrează chimic activitățile organismului	Hipofiză, glande suprarenale, tiroidă și alte glande
Muscular	Realizează mișcarea corpului	Mușchi striați, mușchi netezi și mușchiul cardiac
Digestiv	Digestia alimentelor și absorbția nutrienților solubili din hrana ingerată	Dinți, glande salivare, esofag, stomac, intestine, ficat și pancreas
Respirator	Colectează oxigenul și elimină dioxidul de carbon	Plămâni, faringe, trahee și alte căi aeriene
Circulator	Transportă celule și substanțe în organism	Inimă, vase sanguine, sânge, structuri limfatice
Imunitar	Interacționează cu agenți străini	Limfocite T, limfocite B și macrofage; structuri limfatice
Urinar	Îndepărtează deșeuri metabolice din sânge	Rinichi, vezică urinară și căile urinare asociate
Reproducător	Produce celule sexuale necesare procreerii	Testicule, ovare și structurile asociate aparatului reproducător

FUNCȚII ALE ORGANISMULUI UMAN

Organismul uman, ca şi celelalte vieţuitoare, are câteva funcţii care îl diferenţiază de tot ce e lipsit de viaţă. Acestea le permit celulelor din organism să îşi desfăşoare activităţile necesare creşterii şi supravieţuirii.

METABOLISMUL

O funcţie importantă a vieţuitoarelor este **metabolismul**, care reprezintă suma tuturor proceselor chimice care se desfăşoară în organism. Metabolismul se împarte în cele două subcategorii, catabolismul şi anabolismul. **Catabolismul** reprezintă descompunerea materiei organice, de obicei cu producere de energie. **Anabolismul** reprezintă sinteza de materie organică şi necesită de obicei energie. Procese vitale precum digestia, respiraţia, circulaţia şi excreţia sunt adaptate să furnizeze materia primă metabolismului şi să îndepărteze produşii de degradare ai acestuia.

MIȘCAREA ȘI ALTE FUNCȚII

O funcţie importantă este **mişcarea**, ea fiind rezultatul contracţiei celulelor musculare. Mişcarea poate fi voluntară, precum cea care apare la nivelul muşchilor scheletici, sau involuntară, în cazul muşchiului cardiac. Oasele şi cartilajele sistemului scheletic participă la realizarea mişcării, oferind locuri de ataşare pentru muşchi.

O altă funcţie, **creşterea**, se referă la creşterea în dimensiuni a corpului. Creşterea este procesul prin care un organism primeşte substanţe din mediul înconjurător şi îşi măreşte masa.

Conductibilitatea se referă la proprietatea unor celule de a transmite stimuli dintr-o parte în alta a corpului. Această caracteristică aparţine celulelor nervoase şi musculare.

O altă funcţie importantă a organismelor vii este **reproducerea**, capacitatea organismului de a procrea. Reproducerea se referă la formarea de noi celule, pentru creştere, reparare sau înlocuire, sau producerea în totalitate a unui nou individ. Reproducerea umană implică producerea de spermatozoizi şi ovule şi contopirea acestora pentru a forma un ovul fecundat, din care se dezvoltă apoi un nou individ. Această formă de reproducere este cunoscută sub numele de **reproducere sexuată**. Ea se deosebeşte de **reproducerea asexuată**, ce constă în diviziunea unei singure celule. Reproducerea asexuată are ca rezultat formarea a două celule fiice identice; reproducerea asexuată o întâlnim în procesele de creştere şi reparaţie.

Alte caracteristici ale vieţuitoarelor includ **excitabilitatea**, răspunsul organismului la un stimul intern sau extern, şi **excreţia**, procesul de îndepărtare a produşilor de degradare ai organismului.

HOMEOSTAZIA

Homeostazia reprezintă totalitatea proceselor care contribuie la menţinerea parametrilor mediului intern al organismului în limitele normale, chiar dacă mediul înconjurător

se modifică. Ea implică menținerea relativ constantă a parametrilor mediului chimic și fizic în celule și în organism. Apa, substanțele nutritive și oxigenul sunt compuși chimici necesari menținerii homeostaziei; menținerea constantă a temperaturii și a presiunii atmosferice sunt cerințe fizice necesare menținerii homeostaziei.

Organismul se află în homeostazie când nevoile celulelor sale sunt satisfăcute și funcțiile se desfășoară normal. Toate sistemele de organe sunt implicate în menținerea homeostaziei, iar compoziția fluidelor din organism este menținută constantă tot timpul. Condițiile stresante precum bolile, căldura, durerea, lipsa de oxigen, determină un dezechilibru al mediului intern și afectează homeostazia.

Deoarece condițiile interne variază în mod constant, organismul este protejat împotriva extremelor prin sisteme de autoreglare, cunoscute ca **mecanisme de feed-back**. Prin mecanismele de feed-back, organismul trimite informații înapoi la sistem pentru a induce un răspuns. **Valoarea de referință** a unui mecanism de feed-back o reprezintă valoarea normală a unui factor variabil, precum temperatura. Un senzor, sau **receptor**, detectează orice deviere de la valoarea de referință, iar un **centru de control** primește informații de la diverși receptori pe care le integrează și stabilește răspunsul necesar pentru a reveni la valoarea de referință. Ulterior, **efectorii** produc răspunsul care readuce organismul la homeostazie.

Feed-back-ul negativ este mijlocul principal prin care organismul își păstrează homeostazia. Un mecanism de feed-back negativ apare atunci când informația primită scade producția sistemului astfel încât să aducă sistemul la valoarea lui de referință. Spre exemplu, nivelul glicemiei crește în organism după o masă, iar glucoza stimulează eliberarea insulinei din pancreas. Insulina favorizează intrarea glucozei în celule și, deci, scade nivelul glicemiei. Nivelul scăzut al glucozei determină celulele secretoare de insulină să scadă eliberarea de insulină și să mențină homeostazia.

Mecanismele de feed-back pozitiv pot funcționa ca parte a unui mecanism general de reglare astfel încât să producă un răspuns final specific (ex. coagularea sângelui sau nașterea). Feed-back-ul pozitiv determină devierea din ce în ce mai mare de la valoarea de referință până când se obține răspunsul dorit: oprirea hemoragiei sau expulzia fetală și a placentei.

TERMENI DIRECȚIONALI

Termenii direcționali sunt folosiți în anatomie și fiziologie pentru a arăta poziția părților corpului. Punctul de referință pentru toți termenii direcționali este **poziția anatomică**. În această poziție corpul este în ortostatism (poziție verticală), cu privirea înainte, picioarele apropiate, membrele superioare pe lângă corp, palmele înainte, cu policele orientat spre exterior (Figura 1.2).

DE REȚINUT
Poziția anatomică a corpului este baza întregii terminologii direcționale: în poziție verticală, cu membrele superioare pe lângă corp și palmele înainte.

În poziție anatomică, **fața anterioară** a corpului este cea orientată spre partea din față a acestuia. Termenul „anterior" este adeseori înlocuit cu termenul **ventral** (chiar dacă „ventral" se referă la partea abdominală a patrupedelor, de exemplu câinele). **Fața posterioară** se referă la partea din spate a corpului. Acest termen poate fi înlocuit cu termenul **dorsal**.

În corpul uman, termenul **superior** se referă la direcția orientată spre partea de sus a corpului sau înspre cap. De exemplu, nasul este situat superior față de gură. În loc de „superior" sunt folosiți câteodată termenii **cefalic** și **cranial**. Partea **inferioară** a corpului se referă la direcția orientată spre partea opusă capului, sau spre partea de jos a corpului. Termenul **caudal** este o expresie alternativă, însă nu este des folosit în anatomia omului, deoarece omul nu are coadă. De exemplu, abdomenul este situat inferior față de torace.

Termenul **medial** se referă la o direcție apropiată de linia mediană a corpului sau a uneia dintre structurile sale – nasul este situat medial față de ochi. Termenul **lateral** se referă la poziția îndepărtată de linia mediană – ochii sunt situați lateral față de nas. Termenii **ipsilateral** și **controlateral** se referă la structuri aflate de aceeași parte a corpului (ipsilateral) sau de partea opusă a corpului (controlateral) (Tabel 1.2). De exemplu, colonul ascendent și vezica biliară sunt ipsilaterale, iar colonul ascendent și colonul descendent sunt situate controlateral.

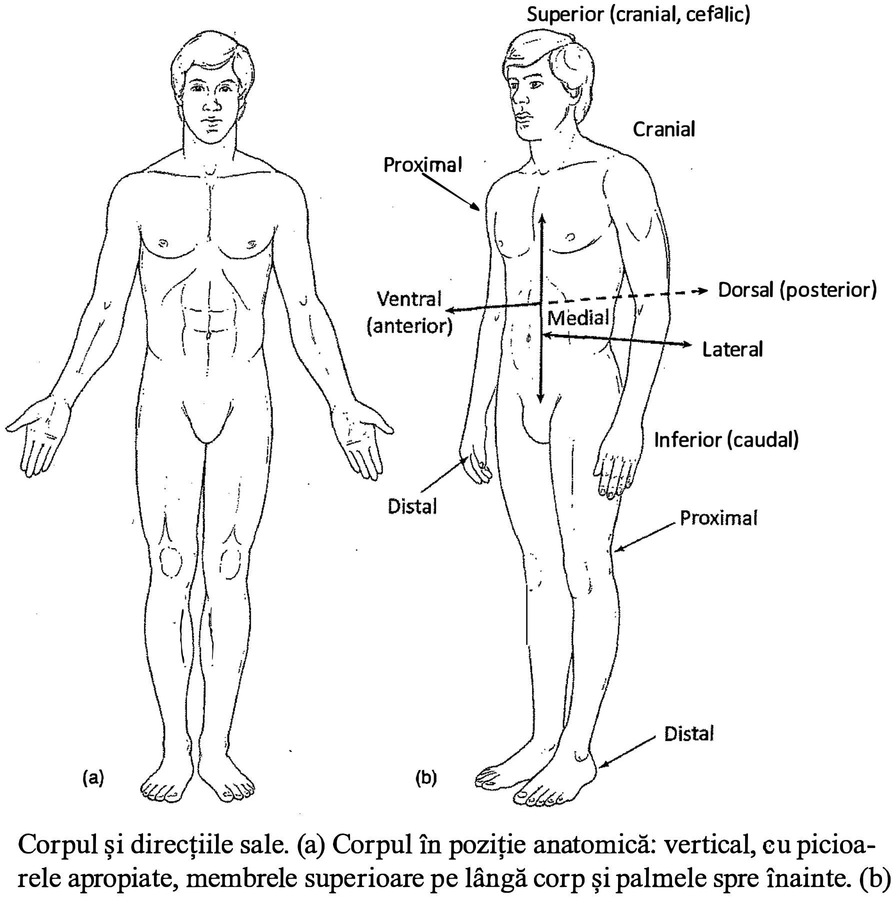


FIGURA 1.2 Corpul și direcțiile sale. (a) Corpul în poziție anatomică: vertical, cu picioarele apropiate, membrele superioare pe lângă corp și palmele spre înainte. (b) Câțiva termeni direcționali asociați cu structuri anatomice ale corpului.

Termenul **proximal** se referă la un punct orientat spre locul de atașare al unei extremități de trunchi; de exemplu, femurul este situat proximal față de trunchi comparativ cu glezna. Prin comparație, **distal** se referă la un punct situat la distanță față de locul de atașare al unui membru de trunchi; de exemplu, glezna este situată distal față de femur. Termenii **superficial** și **profund** se referă la o poziție situată mai aproape de suprafața corpului sau mai îndepărtată de aceasta; pielea este superficială față de mușchi, inima este situată profund comparativ cu mușchii.

TABELUL 1.2 UN REZUMAT AL TERMINOLOGIEI DIRECȚIONALE

Termen	Definiție	Exemplu
Anterior (ventral)	În partea din față a corpului sau mai aproape de aceasta	Sternul este situat anterior față de inimă
Posterior (dorsal)	În partea din spate a corpului sau mai aproape de aceasta	Esofagul este situat posterior față de trahee
Superior (cefalic sau cranial)	Spre cap sau spre partea de sus a unei structuri	Inima este situată superior față de ficat
Inferior (caudal)	În partea opusă capului sau în partea de jos a unei structuri	Stomacul este situat inferior față de plămâni
Medial	Mai aproape de linia mediană a corpului sau a unei structuri	Ulna se află în partea medială a antebrațului
Lateral	La distanță de linia mediană a corpului sau a unei structuri	Plămânii sunt situați lateral față de inimă
Ipsilateral	De aceeași parte a corpului	Vezica biliară și colonul ascendent sunt ipsilaterale
Controlateral	De partea opusă a corpului	Colonul ascendent și colonul descendent sunt controlaterale
Proximal	Mai aproape de locul de atașare al unei extremități de trunchi sau de o structură	Femurul este localizat proximal față de tibie
Distal	Mai departe de locul de atașare al unei extremități de trunchi sau de o structură	Falangele sunt situate distal față de carpiene (oasele încheieturii mâinii)
Superficial	Spre suprafața corpului	Mușchii peretelui toracic sunt superficiali față de organele din cavitatea toracică
Profund	La distanță de suprafața corpului	Coastele sunt situate în profunzime față de pielea toracelui

PLANURI

În corpul uman se pot imagina numeroase suprafețe drepte, numite **planuri**. Planurile traversează corpul uman și oferă puncte de reper pentru organele acestuia. Un plan **sagital**, de exemplu, este un plan vertical ce împarte corpul într-o parte dreaptă și una stângă. Un astfel de plan poate fi **mediosagital** dacă divide corpul în două jumătăți egale, stângă și dreaptă, sau **parasagital**, dacă divide corpul în două jumătăți inegale (stângă și dreaptă).

Al doilea plan important este cel **frontal** sau **coronal**. Ca și planul sagital, acesta are o direcție verticală, însă divide corpul într-o parte anterioară și una posterioară. Planul frontal formează un unghi drept cu planul sagital (Figura 1.3).

Al treilea plan important este cel **transversal** sau **orizontal**. Acest plan împarte corpul într-o parte superioară și una inferioară. Pentru a fi studiate, organele se pot secționa în plan transversal; aceste secțiuni sunt denumite **secțiuni transversale.**

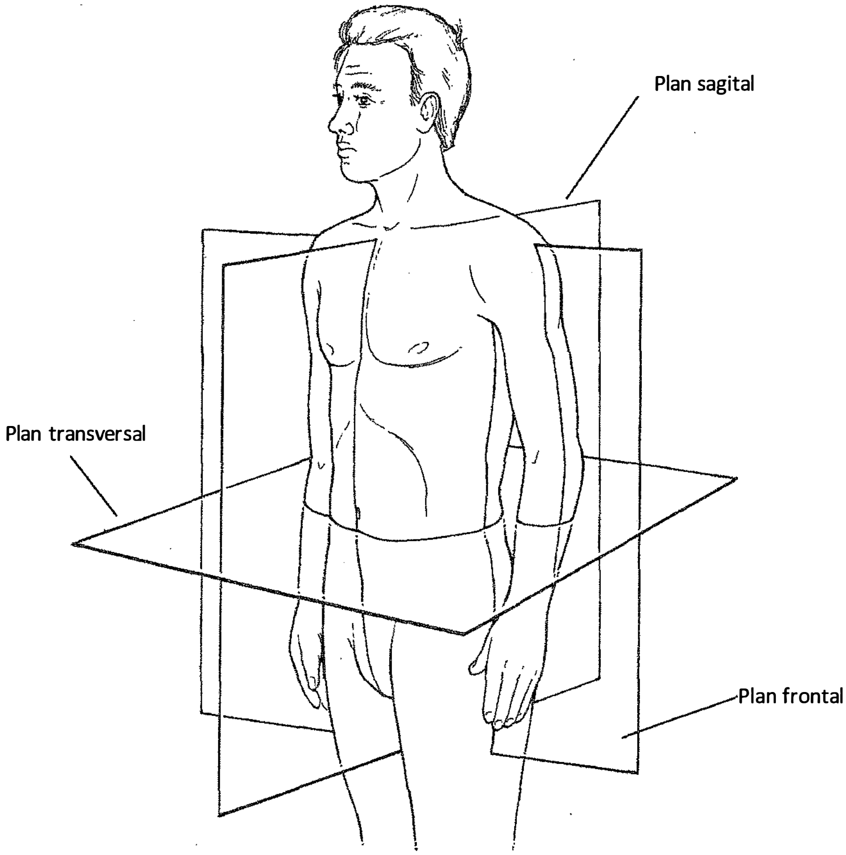


FIGURA 1.3 Cele trei planuri importante ale corpului uman.

CAVITĂȚILE ȘI REGIUNILE CORPULUI

Cavitățile corpului sunt spații ce conțin organele interne. Cele două cavități principale sunt **cavitatea posterioară** și **cavitatea anterioară**. Cea posterioară se află de-a lungul suprafeței posterioare (dorsale) a corpului și cuprinde **cavitatea craniană**, ce adăpostește encefalul și **canalul rahidian**, ce adăpostește măduva spinării. Canalul rahidian este delimitat de vertebre.

Cea de a doua este cavitatea **ventrală**, situată pe fața anterioară (ventrală) a corpului. Aceasta prezintă două subdiviziuni importante, **cavitatea toracică** și **cavitatea abdomino-pelviană** (Figura 1.4). Cavitatea toracică este delimitată de coaste și mușchii intercostali și se subîmparte într-o **cavitate pleurală** stângă și una dreaptă, în fiecare găsindu-se câte un plămân. Suplimentar, în cavitatea toracică există o a treia cavitate, numită **cavitatea pericardică**, situată medial față de cavitățile pleurale. Cavitatea pericardică adăpostește inima, și este localizată într-o regiune numită **mediastin.**

Mediastinul conține toate componentele cavității toracice, cu excepția plămânilor. În mediastin se găsesc inima, timusul, esofagul, traheea, bronhiile, precum și vase sanguine și limfatice. Cavitatea pericardică este un spațiu îngust, situat între foița viscerală și cea parietală a pericardului, acestea fiind membranele care învelesc inima (Capitolul 15).

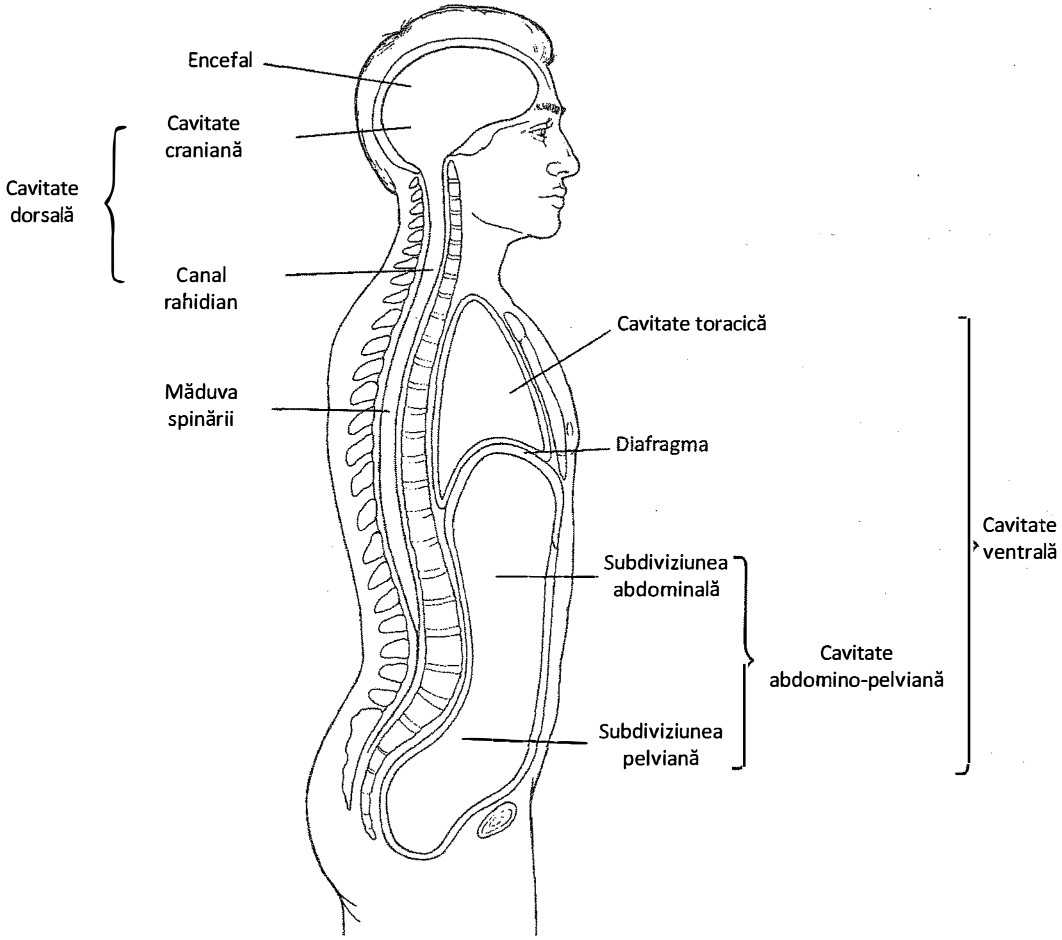


FIGURA 1.4 Cele două cavități principale ale corpului cu subdiviziunile și conținutul lor.

Cavitatea abdomino-pelviană este separată de cavitatea toracică printr-un mușchi de mari dimensiuni, cu formă de cupolă, mușchiul diafragmă. Cavitatea abdomino-pelviană este mai des întâlnită sub denumirea de **cavitate peritoneală**, și conține organele interne abdominale și pelviene. În partea superioară a acesteia, la nivelul **subdiviziunii abdominale**, se află stomacul, intestinele, splina, ficatul și alte organe. Partea inferioară, **subdiviziunea pelviană**, conține vezica urinară, anumite organe reproducătoare și rectul.

Diviziunile suplimentare ale cavității abdomino-pelviene determină nouă regiuni diferite. **Regiunea ombilicală** se află în centrul abdomenului, iar **regiunea epigastrică** se localizează superior acesteia. **Regiunea hipogastrică** se află imediat inferior față de regiunea ombilicală.

Lateral de regiunea epigastrică se află **hipocondrul** stâng și drept, iar lateral de regiunea ombilicală găsim cele două **flancuri**, stâng și drept. Lateral de regiunea hipogastrică se află regiunile **inghinale (iliace)** stângă și dreaptă. Intersecția a două linii imaginare,

una orizontală şi alta verticală, în centrul cavităţii abdomino-pelviene are ca rezultat delimitarea altor patru regiuni. Acestea sunt: **cadranul superior drept şi stâng** şi **cadranul inferior drept şi stâng**, denumiri utilizate curent în practica clinică (Figura 1.5).

DE REȚINUT
Foița viscerală a membranelor seroase învelește organele (viscerele), iar foița parietală căptușește cavitățile corpului.

MEMBRANELE

Pereţii cavităţii abdominale şi organele abdominale sunt căptuşite de o membrană fină, alcătuită din două foiţe, numită **membrană seroasă**. Această membrană este denumită astfel deoarece între foiţe conţine o cantitate mică de lichid lubrifiant numit **lichid seros**, care este secretat de aceste foiţe. Acest lichid permite organelor să alunece cu uşurinţă pe pereţii cavităţilor corpului, precum şi între ele, fără frecare. Foiţele membranelor seroase sunt aşezate foarte aproape una de cealaltă.

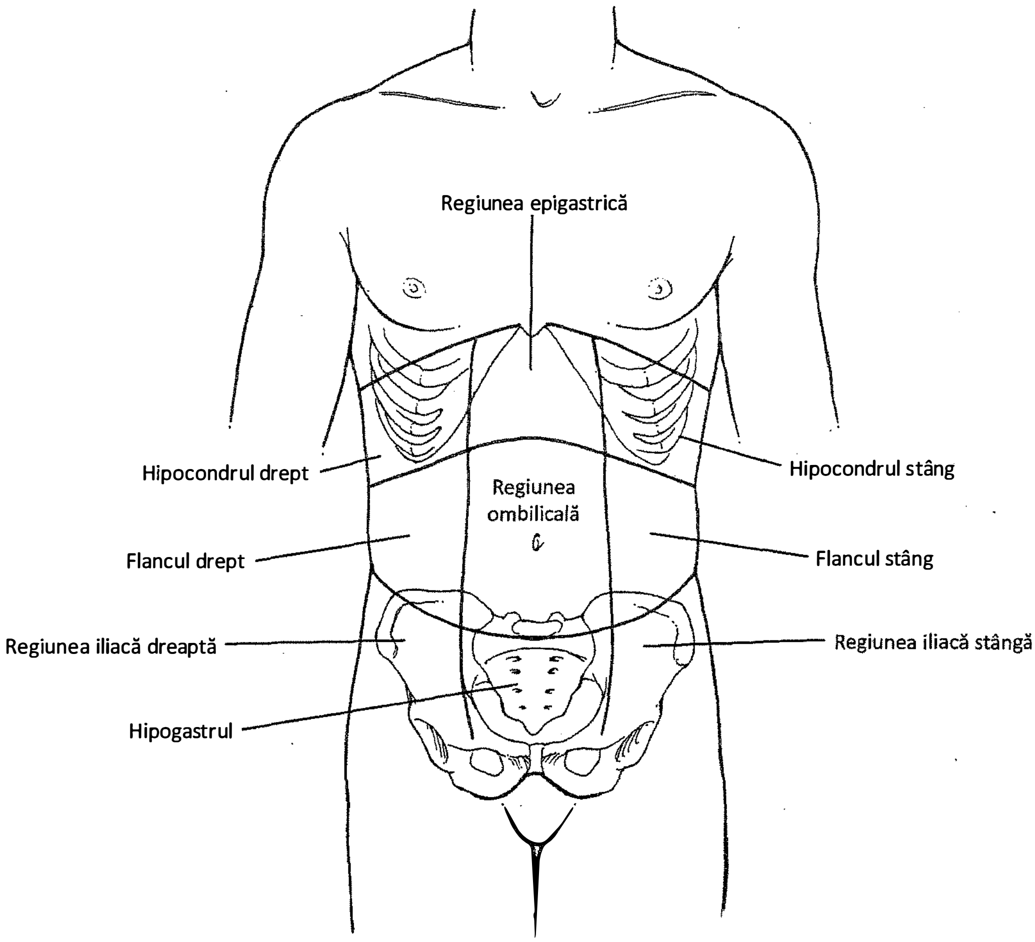
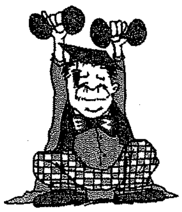


FIGURA 1.5 Regiuni anatomice importante ale cavităţii abdomino-pelviene.

În corpul uman există trei tipuri de membrane seroase: **pleura**, care căptuşeşte cavitatea pleurală, **pericardul**, care înveleşte inima şi **peritoneul,** care înveleşte unele organe abdominale şi pelviene (*organe peritoneale*), iar pe altele le acoperă doar pe faţa anterioară (*organe retroperitoneale*).

Fiecare dintre cele trei tipuri de membrane seroase are o foiţă **parietală** şi una **viscerală**. Foiţa parietală căptuşeşte o cavitate, iar cea viscerală înveleşte un organ. De exemplu, foiţa parietală a peritoneului căptuşeşte cavitatea abdominală şi pelviană, iar foiţa viscerală acoperă diverse organe din această cavitate. Spaţiul dintre foiţele peritoneale se numeşte cavitate peritoneală. Cavitatea pleurală este spaţiul dintre foiţele pleurale, iar cavitatea pericardică este localizată între foiţa parietală şi viscerală a pericardului.

Alte mici cavităţi ale organismului se găsesc la nivelul capului. Printre acestea, cavitatea orală, cavitatea nazală, urechea medie, orbita, despre care vom discuta în capitolele următoare.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Completare: Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.

1. Ştiinţa care se ocupă cu studiul structurilor corpului fără a folosi microscopul se numeşte ______________.
2. În histologie, studiul structurilor corpului se face cu ajutorul unui/unei ______________.
3. Una dintre ramurile fiziologiei este citologia, ştiinţa care studiază ______________.
4. Funcţia sistemului excretor este obiectul de studiu al unei ramuri a fiziologiei numită ______________.
5. La cel mai simplu nivel de organizare, organismul este alcătuit din ______________.
6. Glucidele, proteinele, lipide şi apa sunt exemple tipice pentru nivelul de organizare structurală a organismului în care componentele principale sunt ______________.
7. Unitatea fundamentală a tuturor organismelor vii, inclusiv a organismului uman, este ______________.
8. Un grup de celule care lucrează împreună pentru a îndeplini aceeaşi funcţie alcătuieşte un ______________.
9. Tipul de ţesut din care fac parte sângele şi oasele este ______________.
10. Organele corpului sunt acoperite cu un tip de ţesut numit ______________.

11. Un _____________ este alcătuit din mai multe tipuri de țesuturi care funcționează împreună.

12. Suma tuturor proceselor chimice care au loc în organism se numește _____________.

13. Când se sintetizează materie organică din molecule mai mici, de obicei cu consum de energie, procesul se numește _____________.

14. Procesul chimic prin care materia organică este descompusă, de obicei cu eliberare de energie, este _____________.

15. Cele două tipuri de mişcare pe care le putem întâlni în organism sunt mişcarea voluntară şi cea _____________.

16. Pentru a putea susține mişcarea corpului, muşchii scheletici de obicei sunt ataşați de _____________.

17. Organismul acumulează materiale din mediul înconjurător şi îşi măreşte masa prin procesul de _____________.

18. Conductibilitatea este caracteristică celulelor musculare şi _____________.

19. Pe lângă procreere, organismul uman mai dă naştere unor celule noi şi în scop de înlocuire, creştere şi _____________.

20. Tipul de reproducere prin care rezultă un ou fecundat se numeşte _____________.

21. Multiplicarea unei singure celule pentru a forma două celule fiice identice reprezintă reproducerea de tip _____________.

22. Totalitatea proceselor care contribuie la menținerea mediului intern al organismului între limite normale poartă numele de _____________.

23. Mediul chimic şi cel _____________ al celulelor şi al organismului rămâne relativ constant.

24. Menţinerea homeostaziei interne a corpului uman presupune asigurarea unor compuşi chimici precum apa, substanţele nutritive şi _____________.

25. Printre sistemele care coordonează homeostazia sunt sistemul nervos şi _____________.

26. Dereglări ale mediului intern şi ale homeostaziei pot apărea ca o consecinţă a expunerii organismului la mai multe tipuri de _____________.

27. Un mecanism de reglare prin care schimbările apărute scad răspunsul sistemului şi îl readuc la valoarea sa de referință este _____________.

28. Un mecanism de reglare care creşte deviația de la valoarea de referință este _____________.

29. Atunci când corpul este în ortostatism, cu privirea înainte, picioarele apropiate, membrele superioare pe lângă corp și palmele înainte se spune că se află în ______________.

30. Termenul direcțional folosit pentru a descrie partea din față a corpului, de aceeași parte cu abdomenul, este ______________.

31. Deși câteodată se folosește termenul dorsal, este de preferat termenul ______________ atunci când ne referim la regiunea spatelui.

32. În nomenclatura anatomică, termenul superior se referă la o parte a corpului îndreptată spre ______________.

33. În nomenclatura anatomică, se spune că abdomenul este situat inferior față de ______________.

34. Termenul anatomic care se referă la o parte depărtată de linia mediană este ______________.

35. Termenul proximal se referă la un punct apropiat de locul unde extremitățile se atașează de ______________.

36. În nomenclatura anatomică, mâna este considerată distală față de ______________.

37. Două structuri aflate de aceeași parte a corpului, cum ar fi mâna stângă și piciorul stâng, sunt ______________.

38. Un plan vertical ce împarte corpul într-o parte dreaptă și una stângă este ______________.

39. Un plan longitudinal ce împarte corpul într-o parte anterioară și una posterioară este planul frontal, cunoscut și ca ______________.

40. Un plan orizontal divide corpul într-o parte superioară și una inferioară și este cunoscut drept ______________.

41. Un plan mediosagital divide corpul în două jumătăți egale, stângă și dreaptă, dar dacă jumătățile sunt inegale, planul se numește ______________.

42. Cavitatea posterioară este subîmpărțită în canalul rahidian și ______________.

43. Două subdiviziuni importante ale cavității ventrale sunt cavitatea abdomino-pelviană și ______________.

44. Inima, esofagul, traheea și bronhiile sunt localizate într-o regiune a corpului numită ______________.

45. Subdiviziunea abdominală și cea pelviană sunt părți ale cavității abdomino-pelviene, care se mai numește și ______________.

46. Mușchiul mare, în formă de cupolă, care separă cavitatea abdomino-pelviană de cavitatea toracică este ______________.

47. Imediat superior de regiunea ombilicală se află o regiune a cavității abdomino-pelviene numită _____________.

48. Lateral de regiunea hipogastrică a cavității abdomino-pelviene se află regiunea iliacă, numită și _____________.

49. Cele trei tipuri de membrane seroase ale corpului sunt peritoneul, pleura și _____________.

50. Cele trei membrane seroase ale corpului sunt alcătuite dintr-o foiță viscerală și o _____________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Histologia se preocupă în principal de
   A. dezvoltarea individuală
   B. studiul rinichiului
   C. studiul microscopic al celulelor și al țesuturilor
   D. studiul encefalului

2. Unitatea fundamentală a organismelor vii este
   A. țesutul
   B. celula
   C. organul
   D. sistemul de organe

3. Principalele țesuturi din organismul uman sunt următoarele, *cu excepția*
   A. țesutului conjunctiv
   B. țesutului nervos
   C. țesutului epitelial
   D. țesutului scuamos

4. Mai multe organe care îndeplinesc funcții asemănătoare și care lucrează împreună constituie
   A. un țesut
   B. un sistem de organe
   C. un organism
   D. o celulă

5. Procesul de catabolism implică
   A. formarea de materie organică
   B. utilizarea de energie
   C. descompunerea materiei organice
   D. absorbția substanțelor nutritive

6. Oasele sistemului scheletic participă la realizarea funcției de mişcare
   A. producând de leucocite
   B. depozitând minerale
   C. oferind locuri de inserție pentru muşchi
   D. conducând impulsurile nervoase

7. Următoarele sunt caracteristici ale creşterii, *cu excepția*
   A. un organism primeşte materiale din mediul înconjurător
   B. un organism îşi foloseşte muşchii pentru mişcare
   C. un organism îşi creşte masa
   D. mărimea celulelor corpului creşte

8. Când nevoile celulelor corpului sunt satisfăcute şi funcțiile corpului se desfăşoară normal, organismul se află în
   A. homeostazie
   B. metabolism anabolizant
   C. creştere
   D. mişcare ipsilaterală

9. Principalul mecanism de feed-back al organismului este
   A. feed-back-ul negativ
   B. feed-back-ul pozitiv
   C. mecanismul de reglare
   D. proximal versus distal

10. Următoarele caracteristici se referă la poziția anatomică a corpului, *cu excepția*
    A. privirea înainte
    B. membrele superioare pe lângă corp
    C. picioarele apropiate
    D. palmele îndreptate spre corp

11. Care dintre următoarele structuri se consideră a fi pe partea anterioară a corpului?
    A. ceafa
    B. palmele
    C. urechile
    D. coatele

12. În raport cu stomacul, măduva spinării se află
    A. lateral
    B. posterior
    C. anterior
    D. ventral

13. Termenul direcțional care se referă la poziția orientată spre partea de jos a corpului, în direcția opusă față de cap, este
    A. cefalic
    B. cranial
    C. superior
    D. inferior

14. Dacă structura A se află lateral față de corp şi structura B se află în direcția opusă, atunci structura B se află:
    A. proximal
    B. medial
    C. ventral
    D. anterior

15. Față de brațul stâng, brațul drept se află
    A. proximal
    B. frontal
    C. controlateral
    D. caudal

16. În comparație cu articulația genunchiului, articulația şoldului se află
    A. proximal
    B. superficial
    C. inferior
    D. dorsal

17. În comparație cu pielea, mușchii se află
    A. superficial
    B. profund
    C. lateral
    D. cefalic

18. Pentru că brațul stâng și piciorul stâng sunt de aceeaşi parte a corpului, spunem că sunt situate
    A. transvers
    B. epigastric
    C. ventral
    D. ipsilateral

19. Comparativ cu brațul, degetele se află
    A. superficial
    B. distal
    C. parasagital
    D. orizontal

20. Planul sagital împarte corpul într-o
    A. parte dreaptă și una stângă
    B. parte anterioară și una posterioară
    C. parte superioară și una inferioară
    D. parte laterală și una controlaterală

21. O secțiune transversală printr-un organ se realizează când acesta este secționat în plan
    A. sagital
    B. medio-sagital
    C. coronal
    D. transversal

22. Cavitatea craniană și cavitatea spinală formează
    A. cavitatea inferioară
    B. cavitatea superioară
    C. cavitatea posterioară
    D. cavitatea anterioară

23. Mediastinul se află în
    A. porțiunea pelviană a cavității abdomino-pelviene
    B. porțiunea abdominală a cavității abdomino-pelviene
    C. canalul rahidian
    D. cavitatea toracică

24. Regiunile hipogastrică, iliacă și ombilicală sunt localizate în
    A. cavitatea abdomino-pelviană
    B. cadranul drept inferior al cavității toracice
    C. cadranul stâng superior al canalului rahidian
    D. cavitatea dorsală

25. Lichidul seros secretat de membranele seroase
    A. este produs de celulele sanguine
    B. conține enzime digestive
    C. permite organelor să alunece cu ușurință unul pe lângă celălalt
    D. este un mediu de transport al hormonilor în organism

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, înlocuiți cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una corectă.*

1. Referitor la nivelele structurale ale organismului, moleculele se asociază între ele pentru a forma un țesut.
2. Două sau mai multe tipuri de țesuturi se asociază pentru a forma un organ.
3. În procesul metabolic numit catabolism, materia organică este degradată, de obicei cu consum de energie.
4. Caracteristica ce permite celulelor să recepționeze stimuli pe care îi transmit dintr-o parte în alta a corpului se numește iritabilitate.
5. Reproducerea asexuată este forma de reproducere în care o singură celulă se divide pentru a rezulta două celule fiice identice.
6. Homeostazia se asociază cu menținerea relativ constantă din punct de vedere fizic și chimic a mediului intern al celulelor organismului și al organismului însuși.
7. Sistemele de auto-reglare care funcționează în organism pentru a-l proteja de extreme sunt cunoscute ca sisteme de control.

8. Despre o structură pe care o găsim de aceeaşi parte cu cavitatea abdominală spunem că se află posterior.
9. Poziția orizontală este cea de referință pentru toți termenii direcționali referitori la corp.
10. Despre o structură aflată în partea superioară a corpului putem spune că se află în partea cranială.
11. Ochii se află medial față de nas.
12. O structură care se află mai aproape de suprafața corpului decât alta, spunem că este superficială.
13. Termenul „dorsal" este similar, dar nu în totalitate, cu „anterior".
14. Comparativ cu femurul, glezna se află în profunzime.
15. Planul vertical este un plan longitudinal care împarte corpul într-o parte stângă şi una dreaptă.
16. Planul coronal se mai nueşte şi plan transversal.
17. Planul coronal formează un unghi drept cu planul sagital.
18. Cele două subdiviziuni importante ale cavității posterioare sunt cavitatea toracică şi cavitatea abdomino-pelviană.
19. Esofagul, traheea şi inima se află într-o regiune a cavității toracice numită pericard.
20. În cavitatea abdomino-pelviană regiunea epigastrică se află imediat superior regiunii hipogastrice.
21. Lateral de regiunea ombilicală a cavității abdomino-pelviene se află regiunile inghinale stângă şi dreaptă.
22. Pereții cavităților corpului şi suprafaţa organelor din interiorul acestora sunt acoperite de membrane mucoase.
23. Organele abdominale şi cea mai mare parte a organelor pelviene sunt acoperite de o membrană seroasă numită pleură.
24. Membranele seroase se află, de obicei, la distanță una de cealaltă.
25. Cele două componente principale ale membranelor seroase sunt foiţa viscerală şi foiţa parietală.

SECȚIUNEA D - Studiu de caz

John suferă de dureri puternice la fiecare respirație. Medicul îl informează că are pleurezie. Ce membrane sunt inflamate? Care este rolul lor? De ce este pleurezia atât de dureroasă?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A – Completare

1. anatomie macroscopică
2. microscop
3. celulele
4. fiziologie renală
5. atomi
6. moleculele
7. celula
8. țesut
9. țesutul conjunctiv
10. țesut epitelial
11. organ
12. metabolismul
13. anabolism
14. catabolism
15. involuntară
16. oase
17. creștere
18. celulelor nervoase
19. reparare
20. reproducere sexuată
21. asexuat
22. homeostazie
23. fizic
24. oxigenul
25. sistemul endocrin
26. condiții stresante
27. feed-back-ul negativ
28. feed-back-ul pozitiv
29. poziție anatomică
30. anterior
31. posterior
32. cap
33. torace
34. lateral
35. trunchi
36. antebraț
37. ipsilaterale
38. planul sagital
39. plan coronal
40. plan transversal
41. parasagital
42. cavitatea craniană
43. cavitatea toracică
44. mediastin
45. cavitate peritoneală
46. diafragma
47. regiune epigastrică
48. regiune inghinală
49. pericardul
50. foiță parietală

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

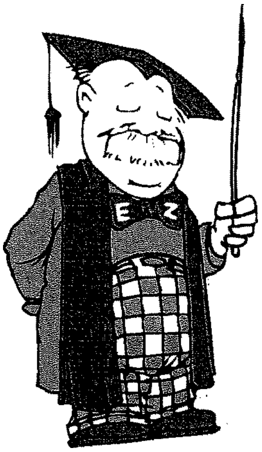
1. C
2. B
3. D
4. B
5. C
6. C
7. B
8. A
9. A
10. D
11. B
12. B
13. D
14. B
15. C
16. A
17. B
18. D
19. B
20. A
21. D
22. C
23. D
24. A
25. C

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. celula
2. A
3. eliberare
4. conductibilitate
5. A
6. A
7. feed-back
8. anterior
9. anatomică
10. A
11. lateral
12. A
13. posterior
14. distal
15. sagital
16. frontal
17. A
18. anterioare
19. mediastin
20. ombilicale
21. flancuri
22. seroase
23. peritoneu
24. aproape
25. A

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

În pleurezie sunt inflamate foiţele pleurale parietale şi viscerale. Ele căptuşesc cavitatea pleurală şi acoperă plămânii, permițându-le să se umple cu aer fără frecare. Pleurezia este atât de dureroasă pentru că, din cauza inflamației, foițele pleurale se freacă una de cealaltă în timpul mişcărilor respiratorii.



2

Bazele chimice ale anatomiei și fiziologiei

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol conține noțiuni de bază din biochimie. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- descrieți elemente, atomi, molecule, diverşi compuşi;
- deosebiţi tipurile de reacții chimice ale organismului;
- deosebiţi acizii de baze şi să folosiţi scala pH-ului;
- identificaţi clasele de macromolecule esenţiale după tip, unitatea de bază sau exemple;
- deosebiţi monozaharidele, dizaharidele şi polizaharidele;
- identificaţi componentele trigliceridelor, fosfolipidelor şi steroizilor după descriere şi exemple;
- deosebiţi acizii graşi mononesaturați, polinesaturați şi saturați;
- identificaţi componentele aminoacizilor şi partea variabilă din fiecare aminoacid;
- descrieţi structura proteinelor;
- rezumaţi funcțiile proteinelor în organism;
- deosebiţi tipurile de acizi nucleici după compoziție şi funcții;
- aplicaţi cunoştințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Principii chimice: elemente, atomi, molecule, acizi și baze
- Compuși organici: glucide, lipide, proteine, acizi nucleici
- Întrebări recapitulative

În anii 1800, oamenii de ştiinţă au descoperit că unii compuşi din structura organismelor vii pot fi sintetizaţi. În 1828, Friedrich Wöhler a sintetizat primul compus, ureea, un produs de degradare al metabolismului proteic. De atunci, a devenit evident că fiziologia organismului este corelată cu chimia.

Compuşii chimici se clasifică în organici şi anorganici. Cele patru tipuri principale de compuşi organici prezente în organismul uman sunt: glucidele, lipidele, proteinele şi acizii nucleici. Ei reprezintă principalul subiect al acestui capitol.

PRINCIPII CHIMICE

Formarea substanţelor organice depinde de modul în care se leagă atomii între ei pentru a forma molecule. Atomii sunt unităţile fundamentale din care sunt alcătuite elementele chimice, în timp ce moleculele sunt unităţile de bază ale compuşilor chimici.

ELEMENTELE CHIMICE

Toată materia din univers este alcătuită din una sau mai multe componente fundamentale numite **elemente chimice**. În natură există 92 de elemente şi multe altele au fost sintetizate de oamenii de ştiinţă. Un element nu poate fi dezintegrat în alte componente mai simple prin mijloace chimice. Oxigenul, fierul, calciul, sodiul, hidrogenul, carbonul şi azotul sunt elemente.

Elementele sunt desemnate prin simboluri care deseori derivă din limba latină (Tabelul 2.1). De exemplu, sodiul (din latinescul *natrium*) se prescurtează Na; potasiul (*kalium*) se prescurtează K; fierul (din *ferrum*) se prescurtează Fe. Alte simboluri sunt: H pentru hidrogen, O pentru oxigen, N pentru azot, C pentru carbon. E important de ştiut că hidrogenul, carbonul, oxigenul şi azotul formează peste 90% din greutatea corpului uman.

ATOMII

Elementele sunt compuse din **atomi**, cea mai mică parte dintr-un element care poate intra în combinaţii cu atomii altor elemente. Un atom nu poate fi degradat în subunităţi mai mici fără a-şi pierde proprietăţile elementare.

Atomii sunt alcătuiţi din **protoni** şi neutroni (nucleari), fiind înconjuraţi de **electroni** care orbitează (Figura 2.1). Masa unui proton încărcat pozitiv este de aproximativ 1835 de ori masa unui electron încărcat negativ. **Neutronul** nu este încărcat electric; el are aceeaşi greutate ca protonul. Protonii şi neutronii aderă strâns pentru a forma nucleul dens, încărcat pozitiv, al atomului. Electronii se învârt în jurul nucleului pe trasee cunoscute drept straturi. **Numărul atomic** al unui element reprezintă numărul de protoni dintr-un atom, iar **numărul de masă** (masa atomică) este suma protonilor şi neutronilor din atom.

TABELUL 2.1 CÂTEVA ELEMENTE CHIMICE PREZENTE LA ORGANISMELE VII, SIMBOLURILE ȘI MASELE LOR ATOMICE

Elementul chimic	Simbolul atomic	Masa atomică
Carbon	C	12
Hidrogen	H	1
Oxigen	O	16
Azot (Nitrogen)	N	14
Sulf	S	32
Fosfor	P	31
Potasiu	K	39
Calciu	Ca	40
Fier	Fe	56
Magneziu	Mg	24
Cupru	Cu	64
Bor	B	11
Zinc	Zn	65
Clor	Cl	35
Sodiu	Na	23
Mangan	Mn	55
Cobalt	Co	59
Iod	I	127

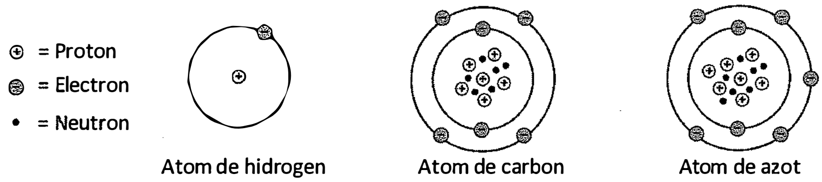


FIGURA 2.1 Structura a trei atomi și particulele esențiale ale atomului.

Distribuția electronilor într-un atom este importantă pentru chimia atomului. Atomii sunt cel mai stabili atunci când pe stratul extern se află un număr complet de electroni. Acest număr poate fi de doi electroni (pentru hidrogen și heliu) sau opt electroni. Un atom tinde să primească sau să cedeze electroni până când stratul extern este complet și atomul devine stabil. Un element cu atomi ai căror straturi externe sunt complete, este un **element inert** deoarece nu intră în reacție cu alți atomi. Heliul, neonul, kryptonul sunt exemple de elemente inerte.

Primirea sau cedarea electronilor sunt fundamentale pentru reacțiile chimice ale atomilor. Când o reacție se soldează cu pierderea de electroni, se numește **oxidare**. Când o reacție are ca rezultat primirea de electroni, se numește **reducere**. Aceste tipuri de reacții au loc împreună și se numesc reacții de oxido-reducere.

Atomii conțin același număr de protoni și electroni și în această stare sunt considerați neîncărcați (neutri). Când pierd sau primesc electroni, se încarcă și devin **ioni**. Un ion are sarcină pozitivă dacă are un proton în plus, sau are sarcină negativă dacă are un electron în plus. Ionii de sodiu, calciu, potasiu și multe alte tipuri de ioni sunt importanți în fiziologia umană.

Deși numărul de protoni este același pentru toți atomii unui element, numărul de neutroni poate varia. Astfel de variante se numesc **izotopi**. Izotopii au același număr

atomic, dar masă atomică diferită. Atomii de carbon, de exemplu, au numărul atomic 6 şi numărul de masă 12. Un izotop de carbon (^{14}C), cu doi neutroni în plus, are numărul atomic 6, dar numărul de masă 14.

MOLECULELE

Moleculele sunt combinații chimice de doi sau mai mulți atomi. Moleculele unui element sunt compuse dintr-un singur tip de atom. Exemple sunt molecula gazului hidrogen (H_2) sau oxigen (O_2).

Moleculele alcătuite din două sau mai multe tipuri de atomi se numesc compuşi. De exemplu, apa este un compus alcătuit din molecule de apă (H_2O), iar glucoza este alcătuită din carbon, oxigen şi hidrogen ($C_6H_{12}O_6$).

DE REȚINUT
Moleculele sunt alcătuite din doi sau mai mulți atomi. Compușii sunt alcătuiți din două sau mai multe tipuri de atomi.

Dispoziția atomilor în moleculă îi determină proprietățile. **Masa moleculară** este egală cu masa atomică a atomilor din moleculă. De exemplu, masa moleculară a apei este 18. Masele moleculare se exprimă în **daltoni** (un dalton reprezintă masa unui atom de hidrogen; un compus cu masa moleculară 18 este, astfel, de 18 ori mai greu decât un atom de hidrogen). Daltonii ne oferă o idee relativă despre mărimea unei molecule.

Atomii se leagă unii de ceilalți în molecule prin intermediul **legăturilor chimice**. Pentru a se forma o legătură, atomii trebuie să se apropie îndeajuns, astfel încât straturile lor electronice să se suprapună. Apoi, se schimbă sau se împart electroni pentru a se forma o legătură chimică. Legăturile chimice pot fi: ionice, covalente şi de hidrogen.

O **legătură ionică** se formează când electronii unui atom sunt cedați unui alt atom. Din acest transfer rezultă atomi încărcați electric, numiți ioni (Figura 2.2). Sarcinile electrice ale celor doi ioni sunt opuse (pozitivă şi negativă), iar ionii cu sarcini electrice opuse se atrag între ei, rezultând o legătură ionică. Clorura de sodiu este formată din ioni de sodiu şi clor combinați în acest fel.

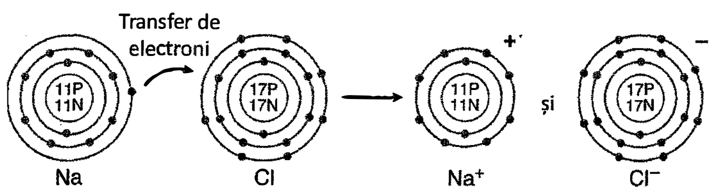


FIGURA 2.2 Formarea unei legături ionice cu ajutorul atomilor de sodiu (Na) şi clor (Cl). Un electron se deplasează de la atomul de Na la cel de Cl, creând ioni, a căror atracție electrică formează legătura ionică.

Al doilea tip de legătură se numeşte **legătură covalentă**. Această legătură se formează când doi atomi pun în comun unul sau mai mulți electroni (Figura 2.3). De exemplu, pentru a forma molecula de metan (CH_4), carbonul îşi împarte electronii cu patru atomi de hidrogen, iar atomii de oxigen şi hidrogen împart electroni pentru a forma moleculele de apă (H_2O). Când se împarte o singură pereche de electroni, **legătura** este **simplă**, când se împart două perechi, avem o **legătură dublă**.

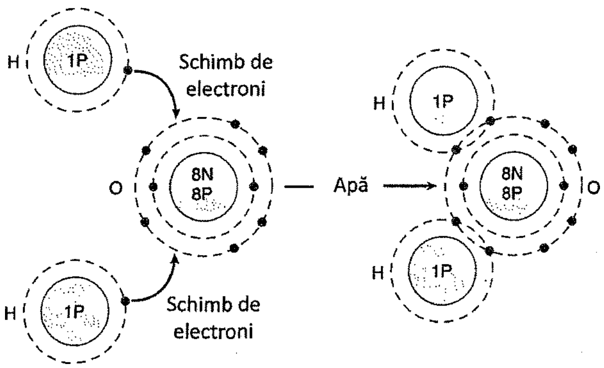


FIGURA 2.3 Formarea unei legături covalente într-o moleculă de apă. Atomul de oxigen își împarte electronii cu doi atomi de hidrogen, completându-se astfel straturile externe de electroni ale fiecăruia.

Carbonul este renumit pentru capacitatea de a participa la o multitudine de legături covalente pentru că are doar patru electroni în stratul său extern. Astfel, se poate combina cu alți patru atomi sau grupuri de atomi. Compuşii carbonici posibili sunt atât de diverşi, încât chimia umană şi disciplina de chimie organică se ocupă aproape exclusiv de chimia carbonului.

Un alt tip de legătură este **legătura de hidrogen**. Aceasta este o legătură slabă, formată prin atracții între părți ale moleculelor uşor pozitive şi părți uşor negative. Legăturile de hidrogen țin împreună moleculele de apă şi se găsesc şi între componentele acizilor nucleici, unde ajută la menținerea structurii de dublu helix a ADN-ului. În plus, forma tridimensională a proteinelor depinde, în mare parte, de legăturile de hidrogen. Tabelul 2.2 prezintă, pe scurt, cele trei tipuri de legături.

TABELUL 2.2 CELE TREI TIPURI DE LEGĂTURI CHIMICE DIN MOLECULELE ORGANICE

Tip	Baza chimică	Tăria	Exemplu
Ionică	Atracția între ioni cu sarcini opuse	Puternică	Clorura de sodiu
Covalentă	Punerea în comun a perechilor de electroni între atomi	Puternică	Legătura carbon - carbon
De hidrogen	Atracții între părți ușor pozitive și părți ușor negative ale moleculelor	Slabă	Coeziunea apei

Procesul prin care substanțele chimice interacționează pentru a forma noi legături se numeşte **reacție chimică**. Într-o reacție chimică, **reactanții** pot forma diverşi **produși de reacție**. De exemplu, o moleculă reactantă poate fi separată în doi produşi moleculari. În alte cazuri, se poate produce un schimb de părți între moleculele reactante, poate fi introdusă apa în reacție, proces cunoscut sub numele de **hidroliză**, sau poate apărea o reacție de oxido-reducere care implică un schimb de electroni.

Apa este un important component în multe reacții chimice, fie ca şi compus adăugat reactanților, fie ca moleculă ce rezultă din reacție. Apa este solventul universal în orga-

nismul uman şi, practic, toate reacţiile chimice fiziologice au loc în apă. Apa reprezintă peste 75% din compoziţia organismului.

ACIZII ȘI BAZELE

Un **acid** este un compus chimic care eliberează ioni de hidrogen când este adăugat în apă. Când acidul clorhidric este pus în apă, el eliberează ioni de hidrogen (protoni). Un acid este considerat tare (acidul clorhidric, sulfuric, azotic) dacă îşi eliberează toţi ionii de hidrogen, sau slab (acidul carbonic), dacă eliberează doar câţiva ioni de hidrogen. Acizii au gust acru şi reacţionează cu multe metale. Concentraţia de protoni eliberaţi de un acid determină aciditatea soluţiei. Când se scrie formula moleculară pentru un acid, hidrogenul este primul atom din formulă. De exemplu, HCl reprezintă acidul clorhidric, iar H_2SO_4 acidul sulfuric.

Anumiţi compuşi chimici atrag hidrogenul când sunt introduşi în apă. Aceste substanţe se numesc **baze**. Exemple tipice de baze sunt hidroxidul de sodiu (NaOH) şi hidroxidul de potasiu (KOH). Când aceşti compuşi sunt introduşi în apă, ei atrag ionii de hidrogen din moleculele de apă, lăsând în urmă radicali ionici hidroxil (-OH). Rezultă o soluţie bazică (alcalină). Atât NaOH, cât şi KOH, sunt baze tari, în timp ce componentele acizilor nucleici, cum ar fi guanina şi adenina, sunt baze slabe. Bazele au un gust amar şi sunt alunecoase la pipăit. Amoniacul, un produs de degradare al metabolismului proteic, formează în reacţie cu apa o bază numită hidroxid de amoniu; pe de altă parte, prin acceptarea unui proton, formează ionul amoniu.

> **DE REȚINUT**
> Acizii au pH mic, bazele au pH mare.

Măsurarea acidităţii sau alcalinităţii unei substanţe se face cu ajutorul **pH**-ului, logaritmul zecimal cu semn schimbat al concentraţiei ionilor de hidrogen. Când numărul ionilor de hidrogen este egal cu numărul ionilor hidroxil, pH-ul substanţei este 7,0 (apa pură, are un pH de 7,0). Scăderea valorii caracterizează substanţele acide, o substanţă mai acidă având un pH mai mic (Tabelul 2.3). Substanţele alcaline au valori ale pH-ului mai mari de 7, iar cea mai alcalină substanţă are pH-ul 14,0.

Când pH-ul unei soluţii este 7, numărul ionilor de hidrogen şi hidroxil este egal. O soluţie cu pH 6 are de 10 ori mai mulţi ioni de hidrogen decât o soluţie neutră, iar o soluţie cu pH 5, are de 100 de ori mai mulţi ioni de hidrogen. O soluţie cu pH 8 are 1/10 din numărul ionilor de hidrogen al unei soluţii neutre, iar una cu pH 9 are 1/100 din numărul ionilor de hidrogen al unei soluţii neutre. Invers, cu cât concentraţia ionilor de hidrogen e mai mică, cu atât este mai mare concentraţia ionilor hidroxil.

TABELUL 2.3 VALOAREA pH-ULUI PENTRU CÂTEVA FLUIDE ALE CORPULUI

Substanța	pH	Substanța	pH
Suc gastric	1,4	Lacrimi	7,2
Urină	6,0	Sânge	7,4
Salivă	6,8	Suc intestinal	7,8
Lapte	7,1	Suc pancreatic	8,0

COMPUŞII ORGANICI

Dintre numeroasele tipuri de compuşi organici, atât în corpul uman cât şi în celelalte vieţuitoare întâlnim patru mari categorii. Cele patru categorii sunt glucidele, lipidele, proteinele şi acizii nucleici.

GLUCIDELE

Glucidele sunt folosite ca şi materiale structurale şi sursă de energie pentru organismul uman. Ele sunt compuse din carbon, hidrogen şi oxigen; ponderea atomilor de hidrogen faţă de cei de oxigen este, de obicei 2:1. Glucidele simple se mai numesc **zaharide**. Zaharidele se clasifică la rândul lor în **monozaharide**, dacă sunt compuse dintr-o singură unitate moleculară. Cea mai des întâlnită monozaharidă din corpul uman este **glucoza** ($C_6H_{12}O_6$). Glucoza este combustibilul de bază al organismului. Aceasta se dizolvă în fluidele corpului şi este transportată în toate celulele, unde este degradată chimic, eliberând energie. Alte monozaharide sunt **fructoza** şi **galactoza** (Figura 2.4). Glucoza, fructoza şi galactoza au aceeşi formulă moleculară ($C_6H_{12}O_6$), însă atomii sunt aranjaţi diferit. Astfel de molecule se numesc **izomeri**.

Dizaharidele sunt zaharuri compuse din două unităţi moleculare monozaharidice legate covalent una de cealaltă. În organismul uman există trei dizaharide importante: **maltoza**, o combinaţie de două unităţi glucidice, rezultată din degradarea amidonului în intestin; **zaharoza**, zahărul de masă, formată prin unirea glucozei cu fructoza, este o sursă de energie; şi **lactoza**, compusă din molecula de glucoză şi galactoză (Figura 2.5), de asemenea o sursă de energie. Lactoza este principala zaharidă din lapte.

Glucidele compuse se numesc **polizaharide**. Polizaharidele se formează prin combinaţii între diverse monozaharide. Printre cele mai importante polizaharide amintim **amidonul**, compus din mii de unităţi glucidice. Amidonul este forma de depozitare a glucidelor întâlnită la plante. Mare parte din populaţia mondială îşi satisface nevoile energetice cu glucoza provenită din amidonul diverselor plante: orez, grâu, porumb, cartofi.

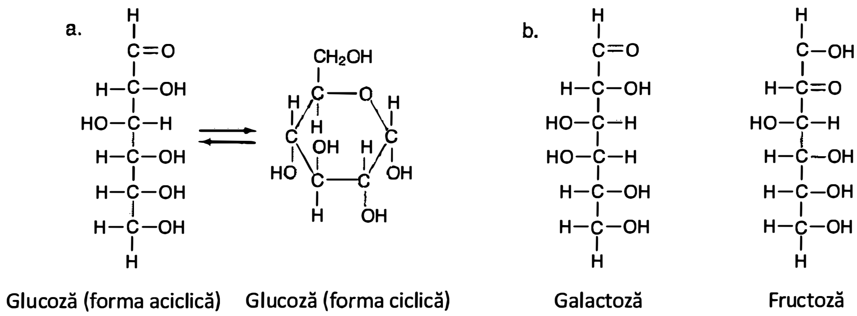
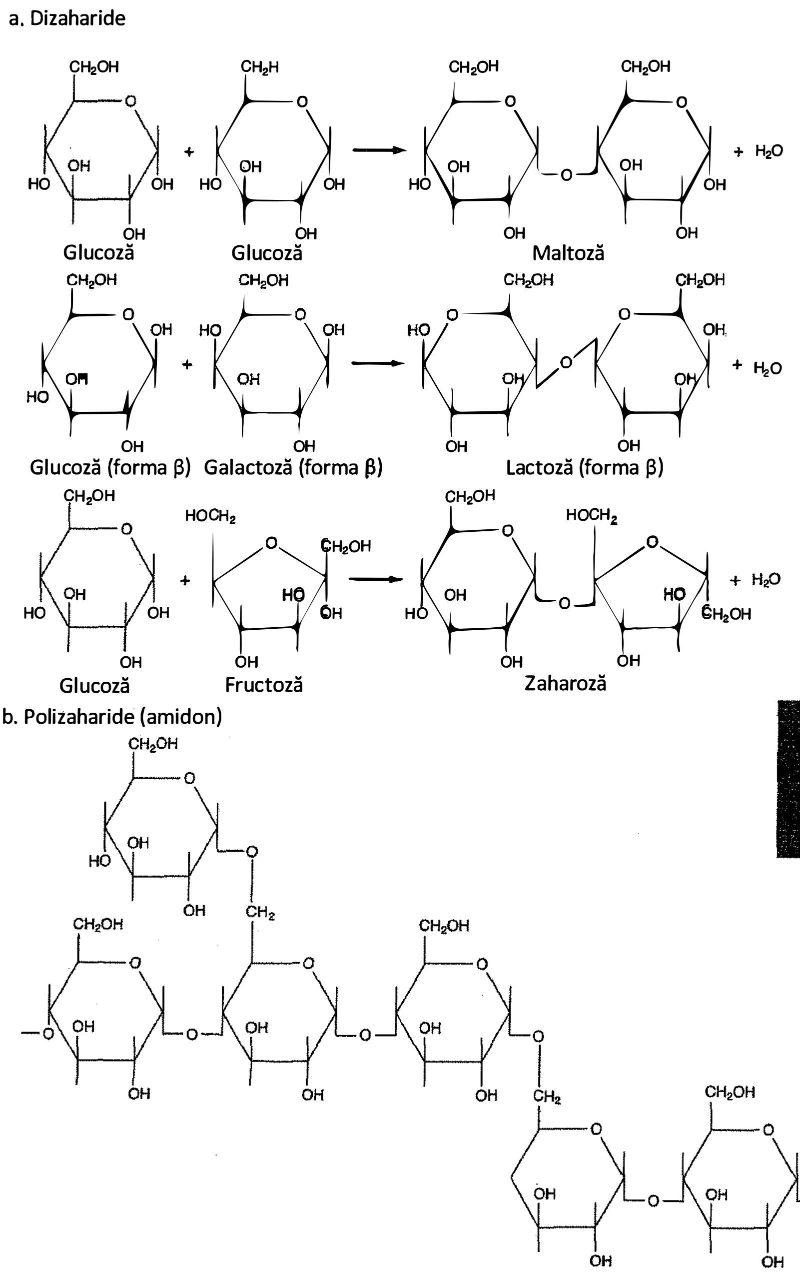


FIGURA 2.4 Exemple de monozaharide. (a) Glucoza este cea mai frecvent întâlnită monozaharidă în anatomie şi fiziologie. Există atât sub formă aciclică, cât şi sub formă de ciclică. (b) Alte două monozaharide, galactoza şi fructoza, au acelaşi număr şi tip de atomi, însă într-un aranjament diferit.



DE REȚINUT
Glucidele sunt compuse din monozaharide.

FIGURA 2.5 Dizaharidele și amidonul (polizaharid). (a) Dizaharide ca maltoza, lactoza și zaharoza sunt alcătuite din monozaharide. (b) Amidonul este alcătuit din numeroase unități glucidice. Observați că glucidele sunt prezentate în forma lor inelară.

Altă polizaharidă, de asemenea importantă, este **glicogenul**. Glicogenul este compus din mii de unități glucidice, însă acestea se leagă într-un alt mod față de amidon. Glicogenul este forma cea mai importantă de depozitare a glucozei în ficatul uman și mușchii scheletului.

O altă polizaharidă importantă este **celuloza**. Și ea este alcătuită din unități glucidice, însă legăturile ei covalente nu pot fi rupte decât de către câteva specii de microorganis-

me. Celuloza se găseşte în pereţii celulari ai plantelor şi furnizează fibrele alimentare din organism (Tabelul 2.4).

TABELUL 2.4 MACROMOLECULE IMPORTANTE ALE ORGANISMELELOR VII

Macromolecula	Alcătuire	Funcții majore	Exemple
Glucide	Monozaharide	Depozit de energie; rol structural	Amidon, glicogen, celuloză
Lipide			
Grăsimi	Acizi grași și glicerol	Depozit de energie; izolare termică; amortizarea șocurilor	Grăsime, ulei
Fosfolipide	Acizi grași, glicerol, fosfați și o grupă R*	Structura membranelor	Membrană citoplasmatică
Ceruri	Acizi grași și alcooli cu lanțuri lungi	Impermeabilitate; protecție împotriva diverselor elemente	Cutină, suberină, cerumen, ceară de albine
Steroizi	Structură cu patru inele	Stabilitate membranară; hormoni	Colesterol, testosteron, estrogeni
Proteine	Aminoacizi	Catalizatori ai reacțiilor metabolice; hormoni; transportul oxigenului; rol structural	Enzime, hormoni (insulină, hormonul de creștere); hemoglobină, cheratină; colagen
Acizi nucleici	Nucleotide	Ereditate; informații pentru sinteza proteică	ADN, ARN

*Grupa R = o porţiune variabilă a moleculei

LIPIDELE

Lipidele sunt molecule organice compuse din atomi de carbon, hidrogen şi oxigen. La lipide, raportul atomilor de hidrogen comparativ cu cel al atomilor de oxigen este mult mai mare decât la glucide. Lipidele includ steroizi (materialul din care sunt alcătuiţi unii hormoni), ceruri (de exemplu cerumenul) şi grăsimi, despre care vom discuta în continuare. Alte lipide sunt fosfolipidele, care au în componenţă fosfor şi se găsesc în membrana celulară.

Grăsimile sunt compuse dintr-o moleculă de glicerol şi una, două sau trei molecule de acid gras (astfel, formând mono-, di- şi trigliceridele). Un acid gras conţine un lanţ lung de atomi de carbon, cu atomi de hidrogen asociaţi şi o grupare (-COOH) de acid organic. În structura unei grăsimi, acizii graşi pot fi de acelaşi fel sau diferiţi. Ei sunt legaţi de o moleculă de glicerol printr-o reacţie cu eliminare de apă (**deshidratare**) în timpul formării legăturii covalente (Figura 2.6). Numărul atomilor de carbon dintr-un acid gras poate varia între 4 şi 24.

DE REȚINUT
Lipidele conțin diverse unități moleculare, dar întotdeauna conțin o proporție mai mică de oxigen decât glucidele.

Unii acizi grași au una sau mai multe legături duble în moleculă, unde se pot lega mai mulți atomi de hidrogen. Acizii grași care au astfel de molecule se numesc acizi grași **nesaturați**. Dacă există o singură legătură dublă, se numește acid gras mononesaturat. Dacă sunt două sau mai multe legături duble, acidul se numește polinesaturat. Alți acizi grași nu au legături duble și ei se numesc acizi grași **saturați**. În anumite afecțiuni, în locul acizilor saturați, este de preferat ca dieta să conțină acizi grași nesaturați.

Când grăsimile sunt depozitate în celule, de obicei sunt păstrate sub forma unor picături clare. Animalele, inclusiv omul, depozitează grăsimile intracelular, la nivelul **țesutului adipos**. Grăsimile din țesutul adipos înmagazinează multă energie (Capitolul 4) și sunt foarte utile organismului. În timpul digestiei, enzima numită lipază degradează grăsimile până la acizi grași și glicerol.

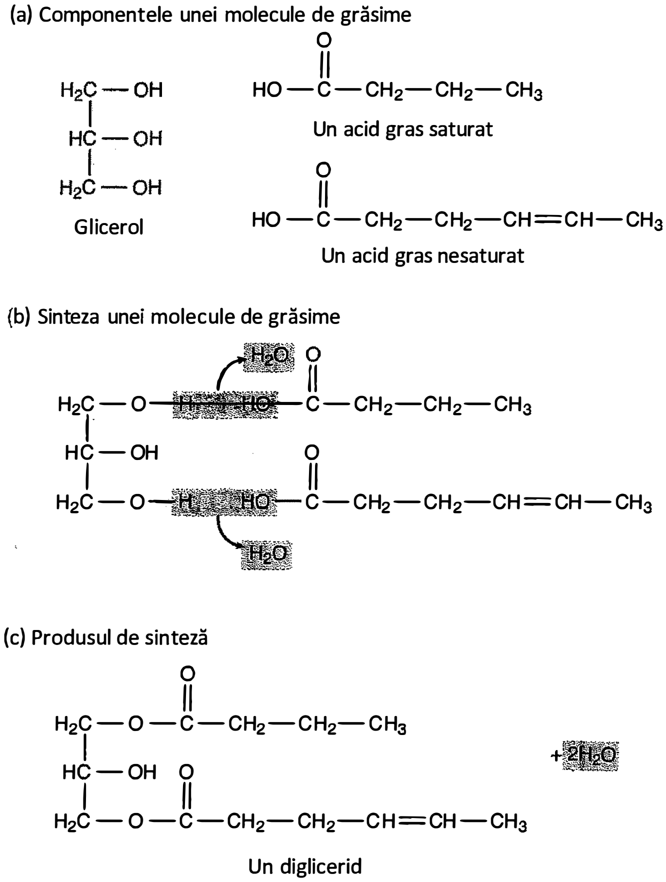


FIGURA 2.6 Exemple de grăsimi: (a) componentele unei molecule de grăsime; (b) sinteza unei molecule de grăsime; (c) noua moleculă formată.

PROTEINELE

Deși proteinele au o complexitate și o mărime considerabilă, pot fi ușor de înțeles deoarece au în componența lor unități, numite **aminoacizi**. Aminoacizii conțin atomi de carbon, hidrogen, oxigen și azot. Câteodată mai pot fi prezenți atomi de sulf sau fosfor. Există 20 de tipuri diferite de aminoacizi, fiecare având atașate: o grupare amino (-NH_2), o grupare

carboxil (-COOH) şi de regulă un rest radical (-R). Aminoacizii diferă după gruparea radical. Diferenţele legate de aranjamentul, tipul şi numărul atomilor din gruparea radical (-R) conferă unicitate fiecărui aminoacid. Aminoacizii îşi exprimă această unicitate prin tipurile de legături şi gradul de aciditate sau alcalinitate. Exemple de aminoacizi sunt: alanina, valina, acidul glutamic, triptofanul, tirozina, histidina.

DE REȚINUT
Proteinele sunt alcătuite din lanțuri de aminoacizi.

Pentru a forma o proteină, aminoacizii se leagă unul de celălalt prin înlăturarea atomului de hidrogen din gruparea amino a unui aminoacid şi înlăturarea hidroxilului grupării acide a celui de-al doilea aminoacid. Apoi, gruparea amino se leagă de gruparea acid (Figura 2.7) şi se elimină o moleculă de apă (**deshidratare**). Legătura formată între aminoacizi se numeşte **legătură peptidică**. Proteinele mici, deseori mai sunt numite **peptide**.

Corpul uman are nevoie de proteine pentru sinteza componentelor celulare (de exemplu, proteine musculare), a hormonilor şi a enzimelor. **Hormonii** asigură reglarea chimică a organismului. **Enzimele** sunt proteine ce catalizează majoritatea reacţiilor chimice care au loc în celule. Enzimele nu sunt consumate în reacţie, ci rămân disponibile pentru a cataliza reacţiile viitoare. Fără enzime, chimia celulară nu poate avea loc, deoarece enzimele asigură locul în care substanţele chimice pot interacţiona în timpul unei reacţii chimice. Astfel, pentru a avea loc, reacţiile de sinteză şi de descompunere depind mult de enzime.

Proteinele, de asemenea, pot fi găsite şi în afara celulelor, ca material de suport şi întărire. Oasele, cartilajul, tendoanele şi ligamentele conţin proteine în cantitate mare. Mulţi hormoni, precum insulina sau hormonul de creştere, sunt compuşi din proteine.

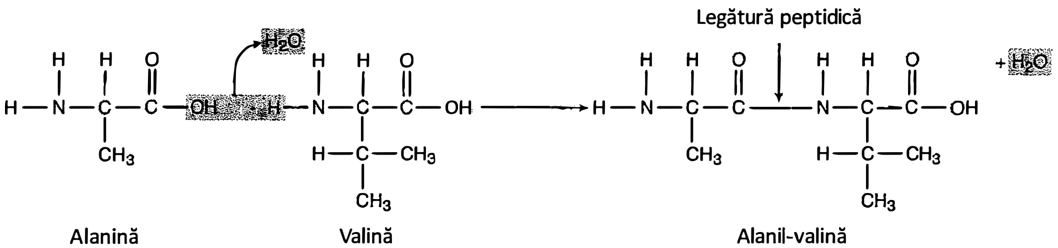


FIGURA 2.7 Legarea aminoacidului alanină de aminoacidul valină pentru a forma o peptidă alcătuită din doi aminoacizi. Observaţi că sunt implicate grupările (-COOH) ale primului aminoacid şi ($-NH_2$) ale celui de-al doilea. Apa este un produs al reacţiei. Legătura covalentă formată este o legătură peptidică.

Diversele celule ale corpului produc proteine unice. Informaţiile pentru sinteza acestor proteine se găsesc în nucleul celulelor, unde **codul genetic** din ADN determină secvenţa de aminoacizi care apar în proteina finală. Cromozomii celulei conţin acest cod genetic în unităţi funcţionale, numite **gene**.

Aminoacizii proteinelor pot servi, de asemenea, ca sursă de energie pentru celulă. Când este nevoie, ficatul îndepărtează gruparea amino a unui aminoacid, iar celulele organismului folosesc compusul rezultat pentru energie.

ACIZII NUCLEICI

Asemenea proteinelor, acizii nucleici sunt molecule foarte mari, alcătuite din mai multe subunităţi. Unităţile acizilor nucleici se numesc **nucleotide**. Fiecare nucleotid conţine o moleculă glucidică legată de o grupare fosfat şi de o moleculă ce conţine azot, numită **bază azotată** (pentru că are proprietăţi bazice).

În celulele organismului uman se găsesc două tipuri importante de acizi nucleici. Primul, este acidul **dezoxiribonucleic**, sau **ADN**; cel de al doilea este **acidul ribonucleic**, sau **ARN**. ADN-ul se găseşte în cei 46 de cromozomi ai nucleului celular şi este materialul din care sunt formate genele. ARN-ul se găseşte în nucleolul, nucleul şi citoplasma celulelor. Împreună cu ADN-ul, participă la sinteza proteinelor (Capitolul 3).

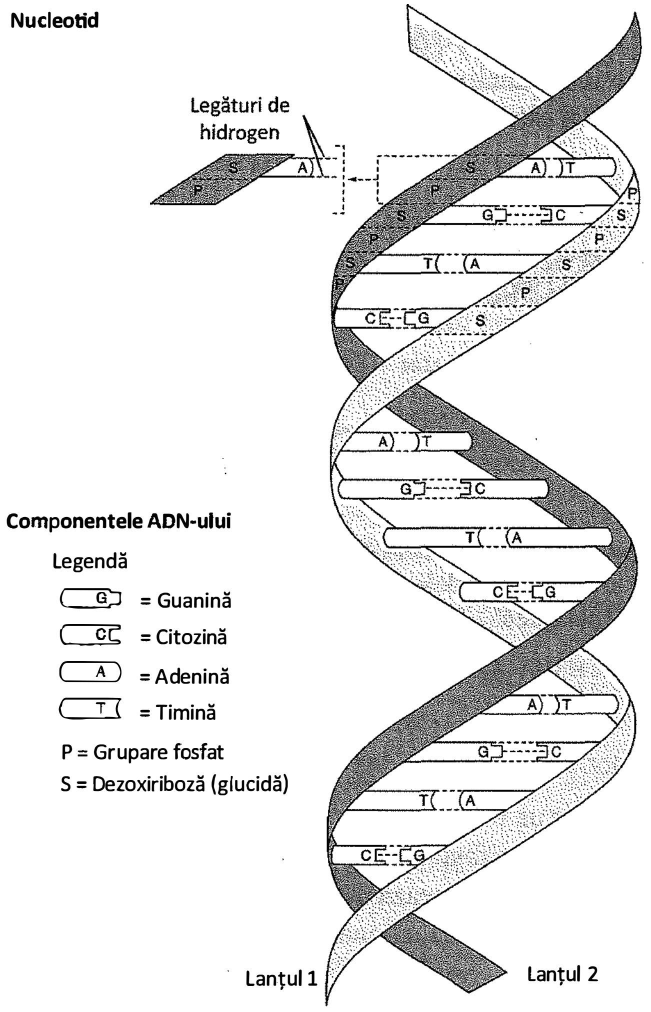
DE REŢINUT
Acizii nucleici sunt alcătuiţi din nucleotide.

Componentele ADN-ului şi ARN-ului diferă uşor. ADN-ul conţine glucida cu 5 atomi de carbon numită **dezoxiriboză**, în timp ce ARN-ul conţine **riboză**. Atât ADN-ul cât şi ARN-ul conţin **grupări fosfat**. Grupările fosfat leagă moleculele de dezoxiriboză sau riboză una de cealaltă în lanţul nucleotidic, pentru a forma aşa-numitul „schelet" al lanţului. Ambii acizi conţin bazele **adenină**, **guanină** şi **citozină**, dar ADN-ul conţine baza **timină**, iar ARN-ul baza **uracil** (Tabelul 2.5). Adenina şi guanina sunt molecule **purinice**, în timp ce citozina, timina şi uracilul sunt molecule **pirimidinice**.

În 1953, biochimiştii James D. Watson şi Francis H. C. Crick au propus un model universal acceptat pentru structura ADN-ului. În modelul Watson-Crick, ADN-ul constă din două lanţuri lungi de nucleotide cu bazele îndreptate spre interior, precum treptele unei scări. Guanina şi citozina se împerechează pentru a forma o treaptă; la fel, adenina şi timina. Adenina şi timina sunt **complementare**, ca şi guanina şi citozina. Acest mod de aranjare constituie principiul complementarităţii bazelor. Cele două lanţuri nucleotidice se împletesc pentru a forma un **dublu helix**, asemănător unei scări în spirală (Figura 2.8). Bazele lanţurilor nucleotidice sunt menţinute împreună prin legături slabe de hidrogen.

TABELUL 2.5 COMPARAŢIE ÎNTRE ADN ŞI ARN

ADN (acid dezoxiribonucleic)	ARN (acid ribonucleic)
Se găseşte în nucleu	Se găseşte în nucleu şi citoplasmă
Întotdeauna asociat cromozomilor (gene)	Se găseşte în special în ribozomi şi în citoplasmă sub formă de ARN mesager sau ARN de transport
Conţine o pentoză (5 atomi de carbon), glucidă numită dezoxiriboză	Conţine o pentoză (5 atomi de carbon), glucidă numită riboză
Conţine bazele adenină, guanină, citozină, timină	Conţine bazele adenină, guanină, citozină, uracil
Conţine grupări fosfat ce leagă zaharurile între ele	Conţine grupări fosfat ce leagă zaharurile între ele
Funcţii de sinteză proteică şi de transmitere a informaţiei genetice	Funcţii de sinteză proteică



DE REȚINUT
În ADN adenina se împerechează cu timina și citozina cu guanina.

FIGURA 2.8 Structura dublu-helix a moleculei de ADN. O nucleotidă conține glucidul dezoxiriboză (S), o grupare fosfat (P) și o bază azotată. Nucleotidele se leagă apoi pentru a forma cele două lanțuri ADN. Împerecherea bazelor complementare (A-T) și (C-G) este implicată în construcția ce menține catenele împreună.

Secvența de baze ADN dictează ordinea corectă a aminoacizilor la nivelul proteinelor ce urmează a fi sintetizate. Această succesiune a bazelor ADN reprezintă esența codului genetic (Capitolul 3 studiază importanța și operativitatea codului genetic în celule).

Înainte ca celula să se dividă, ADN-ul se replică. În celulele umane se replică 46 de cromozomi (sau 46 de molecule de ADN). Cromozomii replicați se separă și câte 46 vor trece în fiecare nouă celulă.

Procesul **replicării ADN-ului** începe când enzime specializate rup sau „desfac" dublul helix. Pe măsură ce se separă cele două catene, sunt expuse bazele purinice și pirimidinice de pe fiecare catenă. Bazele atrag nucleotidele lor complementare, făcându-le să stea în opoziție. Enzima ADN polimerază unește componentele nucleotidice pentru a forma un șir lung de nucleotide (Figura 2.9).

Prin acest proces, fiecare catenă veche de ADN determină sinteza unei noi catene de ADN prin împerecherea bazelor complementare. Vechea catenă se unește apoi cu noua catenă și formează un dublu helix. Acest proces se numește **replicare semiconservativă**, pentru că se conservă câte o catenă veche în fiecare nou dublu helix de ADN.

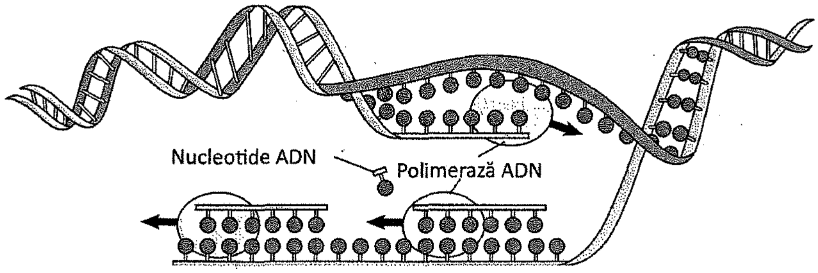


FIGURA 2.9 Replicarea ADN. Catenele ADN se despiralizează, iar enzima ADN polimerază unește nucleotidele din fiecare lanț conform bazelor prezente pe vechiul lanț. Noua catenă se unește apoi cu o catenă veche și formează două noi dublu helixuri.

ATP

O nucleotidă din ARN are un rol special în organism când are atașate grupări fosfat adiționale. Aceasta este adenozintrifosfatul, sau ATP-ul. ATP-ul acționează ca sursă energetică pentru organism. ATP-ul se formează utilizând energia din moleculele alimentare prin respirația celulară și alimentează funcționarea organismului prin eliberarea unei grupări fosfat (Capitolul 19).



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Completare: *Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Substanțele chimice prezente în organismele vii se numesc __________.
2. Toată materia din univers este alcătuită din una sau mai multe __________.
3. Na este prescurtarea pentru __________.
4. Atomii sunt alcătuiţi din neutroni neutri, electroni încărcaţi negativ şi particule încărcate pozitiv, numite __________.
5. Numărul de protoni dintr-un atom este denumit __________.
6. Atomii sunt cel mai stabili când stratul lor extern are 2 electroni sau __________.
7. O reacție prin care unul dintre participanți primeşte electroni se numeşte __________.
8. Un ion este un atom care a primit sau a pierdut unul sau mai mulţi electroni şi a dobândit __________.
9. Aranjamente specifice ale atomilor proveniţi din diverse elemente alcătuiesc o __________.
10. Glucoza este compusă din atomi de oxigen, hidrogen şi __________.
11. Suma maselor atomice ale atomilor unei molecule se numeşte __________.
12. Când electronii unui atom sunt transferaţi către alt atom se formează doi ioni, iar când aceştia se atrag reciproc, rezultă o legătură __________.
13. Metanul este un exemplu de compus format prin __________.
14. Carbonul intră în nenumărate combinaţii chimice deoarece stratul său electronic periferic are __________ electroni.
15. Un exemplu de compus ce conține o legătură ionică este sarea de bucătărie, sau __________.
16. Când este pus în apă, un acid eliberează __________.
17. Hidroxidul de sodiu şi hidroxidul de potasiu sunt exemple de substanțe numite __________.
18. Glucidele servesc organismului uman ca material structural şi __________.

19. Toate moleculele glucidice sunt compuse din trei tipuri diferite de atomi: carbon, oxigen și _________.

20. Cele mai simple glucide sunt compuse dintr-o singură unitate moleculară numită _________.

21. Glucidele alcătuite din două unități moleculare unite prin legături covalente se numesc _________.

22. Amidonul, glicogenul și celuloza sunt exemple de glucide complexe numite _________.

23. Trei exemple de monozaharide sunt fructoza, galactoza și _________.

24. Lactoza este principala glucidă din _________.

25. Celuloza este o glucidă care nu poate fi degradată în organism și în consecință este folosită pentru _________.

26. Acizii grași, steroizii și cerurile aparțin unei clase de compuși organici numiți _________.

27. Elementele esențiale ale unei grăsimi sunt una, două sau trei molecule de acid gras legate de o moleculă de _________.

28. Acizii grași cu legături duble se numesc _________.

29. Țesutul uman în care se depozitează grăsimile sub formă de picături se numește _________.

30. Reacția prin care acizii grași se leagă de moleculele de glicerol, are ca rezultat și eliminarea de _________.

31. Fiecare acid gras conține o grupare de acid organic și un lanț de carbon cu _________ asociați.

32. În timpul digestiei, grăsimile sunt degradate până la acizi grași și glicerol de către enzima numită _________.

33. Cele patru elemente componente ale tuturor aminoacizilor sunt carbon, hidrogen, oxigen și _________.

34. Numărul diferiților aminoacizi care alcătuiesc aproape toate proteinele din organism este _________.

35. Când aminoacizii se unesc pentru a forma o proteină, legătura dintre ei se numește _________.

36. Proteinele sunt folosite pentru construcția unor părți celulare și pentru sinteza unor catalizatori chimici numiți _________.

37. Fiecare moleculă de aminoacid are o grupare amino și un rest de acid organic reprezentat prin _________.

38. Legarea aminoacizilor între ei pentru a forma o peptidă presupune și eliminarea unei molecule de apă, proces ce se numește _________.

39. Elementele de susținere și consolidare ale organismului, alcătuite în mare parte din proteine, sunt oasele, tendoanele, ligamentele și _________.

40. Doi hormoni alcătuiți exclusiv din proteine sunt hormonul de creștere și _________.

41. Când proteinele sunt utilizate ca sursă de energie, transformarea într-un compus energetic are loc în _________.

42. Structurile ce compun acizii nucleici se numesc _________.

43. Materialul din care sunt alcătuite genele este _________.

44. Baza azotată uracil se găsește doar în acidul _________.

45. Bazele azotate adenină și guanină aparțin unei clase moleculare numite _________.

46. În dublul helix de ADN, adenina și timina stau în opoziție una față de cealaltă iar celelalte două baze care stau în opoziție sunt _________.

47. Forma de dublu helix a ADN-ului se aseamănă cu o _________ în spirală.

48. Fiecare celulă umană, cu excepția celulelor sanguine și a celor reproductive, conține un set de _________ cromozomi.

49. După replicarea ADN, o catenă veche se unește cu una nouă în procesul numit _________.

50. Scheletul moleculei de ADN este alcătuit din grupări fosfat și molecule de glucidă numit _________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Toată materia din univers este alcătuită din unul sau mai multe componente fundamentale cunoscute ca și
   A. compuși
   B. molecule
   C. ioni
   D. elemente

2. Compuşii organici
   A. sunt alcătuiţi numai din ioni
   B. se găsesc în toate vieţuitoarele
   C. sunt degradaţi în acizi şi baze
   D. reacţionează numai cu compuşi anorganici

3. Care dintre următoarele afirmaţii descrie un atom?
   A. nu poate fi degradat mai departe fără a-şi pierde proprietăţile elementare
   B. este alcătuit din protoni încărcaţi negativ şi electroni încărcaţi pozitiv
   C. are nucleul alcătuit din protoni şi electroni
   D. neutronii se învârt în jurul nucleului atomului

4. Într-o reacţie de oxido-reducere
   A. se formează o legătură dublă
   B. un acid este degradat în ioni de hidrogen şi ioni hidroxil
   C. are loc o primire sau o pierdere de electroni
   D. monozaharidele reacţionează cu dizaharidele

5. Masa moleculară este
   A. suma maselor atomice ale atomilor componenţi
   B. suma maselor protonilor şi electronilor
   C. acelaşi număr ca şi numărul de masă
   D. suma maselor legăturilor pe care le formează

6. Când electronii unui atom sunt cedaţi altui atom se formează o legătură
   A. covalentă
   B. moleculară
   C. de hidrogen
   D. ionică

7. Atomii de carbon intră în numeroase legături cu alţi atomi deoarece atomul de carbon
   A. nu are decât un singur electron lipsă în stratul extern
   B. are patru electroni în stratul extern
   C. se degradează cu uşurinţă când formează un acid
   D. formează cu uşurinţă legături ionice

8. Când o bază este pusă în apă
   A. atrage atomii de oxigen din moleculele de apă
   B. eliberează numeroşi atomi de hidrogen
   C. atrage atomii de hidrogen din moleculele de apă şi lasă în urmă o acumulare de ioni hidroxil
   D. reacţionează numai cu acizii slabi

9. Compuşii organici alcătuiţi exclusiv din carbon, hidrogen şi oxigen sunt
   A. proteinele şi grăsimile
   B. proteinele şi acizii nucleici
   C. acizii nucleici şi grăsimile
   D. glucidele şi grăsimile

10. Următoarele sunt monozaharide, *cu excepţia*
    A. fructozei
    B. zaharozei
    C. galactozei
    D. glucozei

11. Glicogenul şi amidonul se aseamănă deoarece
    A. ambele sunt alcătuite din unităţi glucidice
    B. ambele sunt folosite ca materiale structurale în celulă
    C. ambele sunt monozaharide
    D. ambele conţin azot

12. Polizaharida folosită ca fibre alimentare în corpul uman este
    A. glicogenul
    B. lactoza
    C. celuloza
    D. glucoza

13. Amidonul este compus din mii de unităţi de
    A. lactoză
    B. glicogen
    C. fructoză
    D. glucoză

14. Glicogenul se găseşte în cantitate mare în
    A. măduva spinării
    B. encefal
    C. ficat
    D. splină

15. Cele două componente majore ale grăsimilor sunt
    A. glucoza şi aminoacizii
    B. glicerolul şi acizii graşi
    C. azotul şi sulful
    D. aminoacizii şi acizii organici

16. Grăsimile sunt stocate sub formă de picături clare în celulele ţesutului
    A. conjunctiv
    B. nervos
    C. epitelial
    D. adipos

17. Legătura dintre aminoacizi în structura unei proteine se numește
    A. legătură ionică
    B. legătură peptidică
    C. legătură de hidrogen
    D. legătură amino

18. Următoarele afirmații caracterizează proteinele, *cu excepția*
    A. sunt folosite ca enzime
    B. sunt alcătuite din aminoacizi legați împreună
    C. se găsesc în tendoane, ligamente și cartilaj
    D. sunt compuse exclusiv din carbon, azot și oxigen

19. Informația care dictează secvența de aminoacizi în proteine se află în
    A. lizozomii celulei
    B. reticulul endoplasmatic
    C. membranele celulare și proteinele lor
    D. nucleul celulei

20. Următoarele substanțe sunt aminoacizi, *cu excepția*
    A. valinei
    B. acidului glutamic
    C. tirozinei
    D. guaninei

21. ARN-ul diferă de ADN, deoarece ARN-ul conține
    A. adenină, dar nu citozină
    B. citozină, dar nu adenină
    C. adenină, dar nu uracil
    D. uracil, dar nu timină

22. Partea glucidică a unei molecule de ADN este alcătuită din
    A. riboză
    B. galactoză
    C. dezoxiriboză
    D. celuloză

23. ARN-ul poate fi găsit
    A. în nucleul și citoplasma celulei
    B. doar în nucleul celular
    C. doar în reticulul citoplasmatic
    D. în lizozomi

24. În timpul procesului de replicare a ADN-ului
    A. se reunesc două catene vechi
    B. două catene noi de ADN formează un dublu helix
    C. o catenă nouă și una veche se unesc pentru a forma un nou dublu helix
    D. vechile catene se dizolvă și rămân doar noile catene

25. Elementul esențial al ADN-ului care determină ordinea aminoacizilor în proteine este
    A. poziția moleculelor de fosfat
    B. existența moleculelor de riboză
    C. secvența bazelor azotate
    D. modul în care moleculele de dezoxiriboză se leagă de grupările fosfat

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația dacă este adevărată. Dacă este falsă, schimbați cuvântul subliniat pentru a o face corectă.*

1. Clorura de sodiu este un exemplu de atom.
2. Atomii reacționează unul cu celălalt pentru a-și completa stratul extern cu protoni.
3. Când atomii primesc sau pierd un electron, primesc o sarcină și devin izotopi.
4. Masa moleculară a unui compus se exprimă în unități numite angstromi.
5. Când se împarte o singură pereche de electroni într-o legătură covalentă, legătura este simplă.
6. Un acid este un compus chimic care eliberează hidroxil când este pus în apă.
7. Majoritatea compușilor chimici care intră în structura organismelor vii sunt cunoscuți ca și compuși organici.
8. Cea mai importantă monozaharidă în fiziologia umană este zaharoza.
9. Moleculele cu aceeași formulă moleculară, dar aranjament diferit al atomilor se numesc izotopi.
10. Amidonul este alcătuit din mii de molecule de fructoză.
11. Câteva specii de animale pot desface legăturile covalente din moleculele de celuloză.
12. Principala glucidă din lapte este dizaharida numită galactoză.
13. Grăsimile, cerurile, fosfolipidele și steroizii alcătuiesc grupul de compuși organici numiți lipide.
14. O moleculă de acid gras conține o grupare organică bazică și mai mulți atomi de carbon cu atomii de hidrogen asociați.
15. Procesul prin care se elimină apa în urma unirii a două molecule, se numește deshidratare.
16. Grăsimile saturate au mai mulți atomi de hidrogen decât grăsimile nesaturate.
17. Câteva exemple de acizi grași sunt alanina, triptofanul și histidina.
18. O proteină mică se numește în general glicozid.

19. Proteinele formează catalizatori biologici numiți enzime.
20. Hormonii umani, alcătuiți din proteine, sunt hormonul de creștere și adrenalina.
21. Toți acizii nucleici conțin o moleculă glucidică, gruparea amino și câteva baze azotate.
22. În ADN, baza azotată complementară citozinei este adenina.
23. Bazele citozină, timină și uracil sunt molecule purinice.
24. Replicarea ADN-ului în celulele umane se realizează printr-un proces conservativ.
25. Sursa energetică a organismului este ADN-ul.

SECȚIUNEA D - Studiu de caz

Maria a mâncat o farfurie cu orez cu o oră înainte să își măsoare glicemia. La măsurare, valoarea glicemiei a fost ridicată. Cum poate consumul unei mese constând în amidon să-i provoace Mariei creșterea glicemiei după ce amidonul a fost digerat și absorbit?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A – Completare

1. compuşi organici
2. elemente chimice
3. sodiu
4. protoni
5. număr atomic
6. opt electroni
7. reacţie de reducere
8. sarcină electrică
9. moleculă
10. carbon
11. masă moleculară
12. ionică
13. legături covalente
14. patru
15. clorura de sodiu
16. ioni de hidrogen
17. baze
18. energetic
19. hidrogen
20. monozaharid
21. dizaharide
22. polizaharide
23. glucoza
24. lapte
25. fibre alimentare
26. lipide
27. glicerol
28. nesaturați
29. țesut adipos
30. apă
31. atomi de hidrogen
32. lipază
33. azot
34. 20
35. peptidică
36. enzime
37. –COOH
38. deshidratare
39. cartilajul
40. insulina
41. ficat
42. nucleotide
43. acidul dezoxiribonucleic (ADN)
44. ribonucleic (ARN)
45. purine
46. guanina şi citozina
47. scară
48. 46
49. replicare semiconservativă
50. dezoxiriboză

SECŢIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

1. D
2. B
3. A
4. C
5. A
6. D
7. B
8. C
9. D
10. B
11. A
12. C
13. D
14. C
15. B
16. D
17. B
18. D
19. D
20. D
21. D
22. C
23. A
24. C
25. C

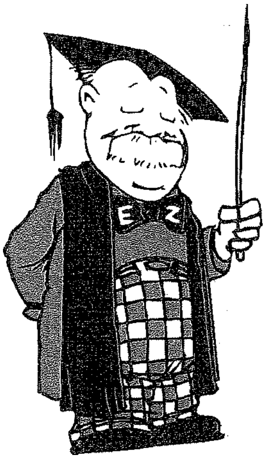
SECŢIUNEA C – Adevărat/Fals

1. compus sau moleculă
2. electroni
3. ioni
4. daltoni
5. A
6. ioni de hidrogen
7. A
8. glucoza
9. izomeri
10. glucoză
11. microorganisme
12. lactoză
13. A
14. acid
15. A
16. A
17. aminoacizi
18. peptid
19. A
20. insulina
21. fosfat
22. guanina
23. pirimidinice
24. semiconservativ
25. ATP-ul

SECŢIUNEA D - Studiu de caz

Glicemia Mariei a crescut deoarece amidonul este compus din unităţi monozaharidice de glucoză, eliberate în timpul digestiei şi absorbite.

3



Celulele și fiziologia celulară

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol tratează celula și fiziologia acesteia. Parcurgând acest capitol, veţi învăța să:

- identificaţi organitele celulare, componentele citoscheletului şi prelungirile celulare;
- caracterizaţi membrana plasmatică;
- deosebiţi tipurile de mişcări moleculare prin membranele plasmatice;
- faceţi diferenţa între efectele pe care soluțiile izotonice, hipotonice și hipertonice le au asupra celulei;
- identificaţi caracteristicile enzimelor și ale reacțiilor enzimatice;
- identificaţi rolurile ATP-ului;
- identificaţi fazele ciclului celular şi ale mitozei;
- deosebiţi tipurile de ARN;
- caracterizaţi sinteza proteică – transcripția și translaţia;
- rezumaţi reglarea sintezei proteice;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Structuri celulare și mișcări moleculare
- Celulele și energia
- Mitoza și reproducerea celulară
- Sinteza proteică
- Întrebări recapitulative

Similar tuturor organismelor vii, corpul uman este alcătuit din celule. Acest concept, cunoscut drept **teoria celulară**, este un principiu de bază al biologiei. Se poate spune, astfel, că biologia corpului uman gravitează în jurul biologiei celulare (Figura 3.4).

Celulele reprezintă un criteriu important de clasificare a organismelor vii în două grupuri majore: **procariote** și **eucariote**. Celulele procariote sunt lipsite de nucleu, spre deosebire de cele eucariote, care au nucleu. În plus, celulele procariote nu au componente celulare interne numite organite, spre deosebire de celulele eucariote care au organite. Celulele procariote nu se divid prin procesul de mitoză, însă celulele eucariote da. Procariotele includ bacteriile, iar dintre eucariote fac parte plantele, animalele și oamenii.

STRUCTURA CELULEI

Toate celulele, inclusiv cele umane, au două componente de bază: citoplasma și membrana plasmatică (numită și membrană celulară). Citoplasma este o substanță cu consistența unui gel, fundamentală pentru celulă. Ea conține cel mai mare component celular, nucleul. Membrana plasmatică este membrana exterioară, ce separă celula de mediul extern.

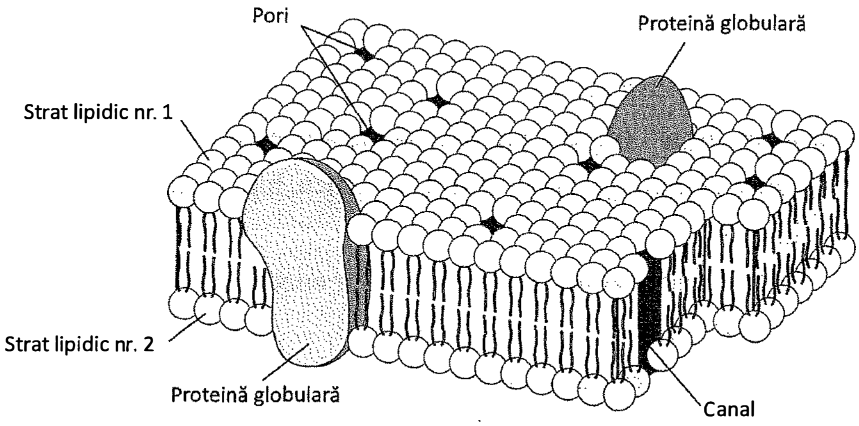


FIGURA 3.1 Modelul mozaicului fluid al membranei plasmatice care delimitează celula. Membrana este alcătuită din două straturi fosfolipidice în care plutesc proteine globulare.

MEMBRANA PLASMATICĂ

Membrana plasmatică (cunoscută și sub denumirea de **membrană celulară**) delimitează celulele. Este alcătuită în principal din proteine și lipide, mai ales **fosfolipide**. Lipidele sunt așezate în două straturi (structură bistratificată). Proteinele globulare încorporate în această structură par să plutească printre lipide. Putem spune astfel despre membrană că are o **structură de mozaic fluid** (Figura 3.1). Proteinele din structura membranei îndeplinesc numeroase funcții.

ALCĂTUIRE

Fosfolipidele din membrana plasmatică au un capăt polarizat ce conține fosfor şi unul nepolarizat alcătuit din lanțuri de acizi graşi. Capătul polarizat este atras de apă şi deci, este **hidrofil** („îi place apa"), în timp ce capătul nepolarizat interacționează cu alte substanțe, de asemenea nepolarizate, respingând moleculele de apă. Acest al doilea capăt este, astfel, **hidrofob** („se teme de apă").

Datorită acestor proprietăți ale fosfolipidelor, membrana plasmatică are o structură de „sandwich", în care capetele polarizate intră în contact cu apa din exteriorul şi interiorul celulei, iar capetele nepolarizate se află față în față în porțiunea internă a membranei. Această proprietate a fosfolipidelor îi permite membranei plasmatice să-şi mărească suprafața atunci când veziculele aparatului Golgi fuzionează cu ea. Unele dintre moleculele stratului lipidic situat spre exterior au ataşate molecule de glucide; acestea se numesc **glicolipide**. Membrana plasmatică mai conține şi cantități mari dintr-un lipid numit **colesterol**. Colesterolul stabilizează lipidele din membrană, reducându-i acesteia fluiditatea.

Proteinele din membrana plasmatică sunt atât transmembranare, cât şi periferice. **Proteinele transmembranare** ocupă întreaga grosime a membranei, proemină pe ambele fețe ale acesteia şi servesc drept canale pentru transportul membranar. Ele pot servi, de asemenea, şi ca transportori ai moleculelor organice. Moleculele de glucide se asociază de obicei cu proteinele situate înspre mediul extern al celulei; acestea se numesc glicoproteine. Glicolipidele şi glicoproteinele din exteriorul celulelor le permit acestora să se recunoască una pe cealaltă, servind ca şi receptori pentru moleculele semnalizatoare, precum hormonii. **Proteinele periferice** se ataşează pe suprafața membranei. Multe dintre acestea acționează ca şi enzime, iar altele au rol în remodelarea celulară în timpul diviziunii şi contracțiilor celulare.

MIŞCĂRILE MOLECULARE

Membrana plasmatică este semipermeabilă, deoarece moleculele mici (O_2, CO_2 şi apa) şi lipidele pot aluneca printre moleculele fosfolipidice, în timp ce moleculele mari nu pot trece cu uşurință înspre sau dinspre celulă. Pentru ca citoplasma să comunice cu mediul extern, substanțele trebuie să treacă prin membrana plasmatică. Sunt câteva modalități prin care aceste treceri se pot realiza.

Una din aceste modalități se numeşte **difuziune** (Tabelul 3.1). Difuziunea reprezintă mişcarea moleculelor dintr-o zonă cu o concentrație mare într-una cu concentrație mică, diferență numită **gradient de concentrație**. Această mişcare apare deoarece moleculele se află într-o continuă coliziune una cu cealaltă şi tind să se deplaseze din zonele unde sunt foarte concentrate, înspre cele în care concentrația lor e mai scăzută (conform gradientului de concentrație). În plămân, moleculele de oxigen trec prin difuziune din alveolele pulmonare în globulele roşii.

Un tip de difuziune este **osmoza**. Osmoza reprezintă difuziunea moleculelor de apă printr-o membrană semipermeabilă dintr-o regiune cu o concentrație mică a substanței dizolvate (solvit) într-una cu o concentrație mare. **Membrana semipermeabilă** permite doar trecerea anumitor molecule (cum ar fi moleculele de apă). Un **solvit** este o substanță chimică dizolvată în lichid (solventul). Un exemplu de solvit este clorura de sodiu.

TABELUL 3.1 CELE ŞASE MECANISME ALE MIŞCĂRII MOLECULARE PRIN MEMBRANA CELULARĂ

Mecanismul	Caracteristici	Exemplu
Difuziune	Trecerea moleculelor din zone cu concentrație mare în zone cu concentrație mică	Difuziunea oxigenului din plămâni în capilare
Osmoză	Difuziunea apei	Reabsorbția apei la nivelul tubilor renali
Difuziune facilitată	Difuziune cu ajutorul unei proteine transportoare	Difuziunea glucozei în hematii
Transport activ	Trecerea moleculelor din zone cu concentrație mică în zone cu concentrație mare cu ajutorul unei proteine transportoare și a energiei furnizate de ATP	Reabsorbția sărurilor la nivelul tubilor renali
Endocitoză	Membrana înglobează substanțe și le atrage în celulă prin vezicule delimitate de membrană	Ingestia bacteriilor de către leucocite
Exocitoză	O veziculă citoplasmatică delimitată de membrană fuzionează cu membrana celulară și își eliberează conținutul în afara celulei	Eliberarea neurotransmițătorilor de către celulele nervoase

Pentru a înțelege osmoza, imaginați-vă ce se întâmplă când celulele umane sunt introduse într-o soluție cu concentrație de 5% sare. Concentrația normală a sării în citoplasmă este de aproximativ 1%, deci concentrația mai mare a solvitului (sare) se află în afara celulei. Aşadar, apa se deplasează din citoplasmă, prin membrana celulară, în direcția concentrației mai mari de sare. Rezultatul este micşorarea („zbârcirea") celulei. (Figura 3.2a). Deoarece soluția are concentrația de solvit (sare) mai mare, ea se numeşte **soluție hipertonă**.

Imaginați-vă ce se întâmplă când celulele umane sunt introduse într-o soluție cu o concentrație de doar 0,3% sare. Concentrația sării în citoplasmă este tot de aproximativ 1%, astfel încât concentrația mai mare a solvitului (sare) se află în interiorul celulei. Aşadar, apa se deplasează înspre citoplasmă prin membrana celulară, în direcția concentrației mai mari de sare. Osmoza face ca celulele să se umfle sau să se lizeze (să explodeze) (Figura 3.2b). Întrucât soluția de la exterior are concentrația mai scăzută de sare, ea se numeşte soluție **hipotonă**.

Dacă concentrațiile de sare ar fi la fel în interiorul şi în exteriorul celulei (aproximativ 1%), soluția ar fi **izotonă**. Osmoza nu se produce când celulele sunt plasate în soluție izotonă, deoarece concentrația solvitului este aceeaşi de ambele părți ale membranei (Figura 3.2c).

DE REȚINUT
Celulele plasate în soluții hipertone se zbârcesc; celulele plasate în soluții hipotone se umflă și se lizează.

O altă modalitate de mişcare moleculară prin membrana celulară este **difuziunea facilitată**. Acest tip de difuziune este asistat de proteinele prezente în membrană. Acestea lasă să treacă doar anumite molecule prin membrană şi permit mişcarea dintr-o zonă cu concentrație mare de

molecule într-una cu concentrație mică. Numărul proteinelor transportoare determină rata cu care are loc difuziunea facilitată.

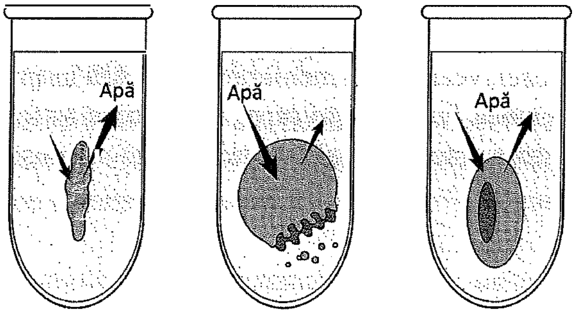


FIGURA 3.2 Procesul de osmoză în trei medii diferite. (a) Într-un mediu hiperton, concentrația mai mare de solvit (sare) se află în afara celulei, iar apa iese din celulă producând zbârcirea acesteia. (b) Într-un mediu hipoton, concentrația mai mare de solvit se află în interiorul celulei, apa pătrunde în celulă, producând umflarea și liza acesteia. (c) Într-o soluție izotonă, concentrația solvitului este aceeași în ambele părți ale membranei plasmatice, așadar nu se produc mișcări ale moleculelor de apă.

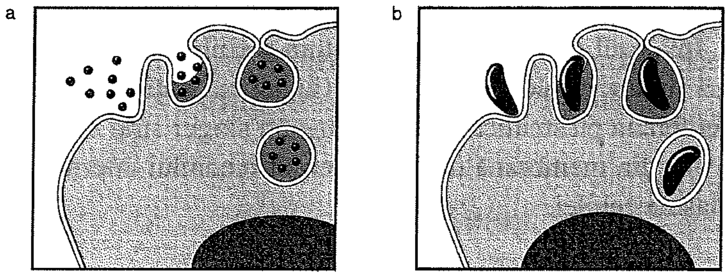


FIGURA 3.3 Comparație între pinocitoză și fagocitoză. (a) În pinocitoză celula preia în interiorul ei substanțe chimice dizolvate în apă. (b) Fagocitoza implică preluarea de particule solide.

O modalitate suplimentară de transport a substanțelor prin membrană este **transportul activ**. În cadrul acestui mecanism, proteinele transportă compușii chimici prin membrană, dintr-o regiune cu concentrație mică într-una cu concentrație mare. Această mișcare se realizează „împotriva gradientului de concentrație" și necesită energie furnizată de adenozin trifosfat (ATP). De exemplu, transportul activ are loc în celulele nervoase unde ionii de sodiu sunt transportați în afara celulei, regiune care deja conține o concentrație mare de ioni de sodiu. Similar difuziunii facilitate, rata transportului activ este limitată de numărul proteinelor transportoare.

O ultimă modalitate de transport prin membrana plasmatică este **endocitoza**. În timpul endocitozei, o mică porțiune din membrana plasmatică se pliază și înglobează particule sau mici volume de lichid de la suprafața celulară. Membrana se închide, delimitând o **veziculă** ce se va desprinde și va migra în citoplasmă. Când endocitoza implică material solid, procesul se numește **fagocitoză** (Figura 3.3b), iar când implică picături de lichid, se numește **pinocitoză** (Figura 3.3a). Globulele albe, de exemplu, realizează endocitoză atunci când îndepărtează microbii din circulația sanguină.

Opusă endocitozei este **exocitoza**. În timpul exocitozei, substanțele se deplasează din interiorul unei celule spre mediul extern celular. Procesul este utilizat pentru secreția hormonilor de către celulele endocrine, pentru eliberarea neurotransmițătorilor la nivelul terminațiilor celulelor nervoase și pentru secreția de mucus de către celule în diferite organe. În timpul exocitozei, vezicule cu membrană migrează înspre membrana celulară, cu care fuzionează. Regiunea fuzionată se rupe, împrăștiind astfel conținutul veziculei în mediul extern. Exocitoza este o modalitate importantă de mișcare a moleculelor în celulele secretoare.

NUCLEUL

Cu excepția globulelor roșii, toate celulele umane au **nucleu**. Nucleul este compus în principal din histone (un tip de proteine) și **acid dezoxiribonucleic**, sau **ADN**. ADN-ul este organizat în unități liniare numite **cromozomi**. Segmentele funcționale ale cromozomilor sunt numite **gene**. Există circa 30.000 de gene în nucleii celulelor umane. **Histonele** oferă un cadru de sprijin pentru ADN. Ele se unesc cu ADN-ul pentru a forma structuri cu dimensiuni electronomicroscopice numite **nucleozomi**. Nucleozomii se înfășoară între ei și formează cromozomul.

DE REȚINUT
Nucleul conține cromozomi alcătuiți din ADN și histone.

Nucleul celulelor umane este înconjurat de o membrană numită **înveliș nuclear**. Învelișul nuclear este o structură membranară dublă, alcătuită din două straturi duble de fosfolipide (lipide ce conțin fosfor), dublu față de membrana plasmatică, care conține un singur strat dublu de fosfolipide. Porii din membrana nucleară permit mediului intern al nucleului să comunice cu citoplasma celulei.

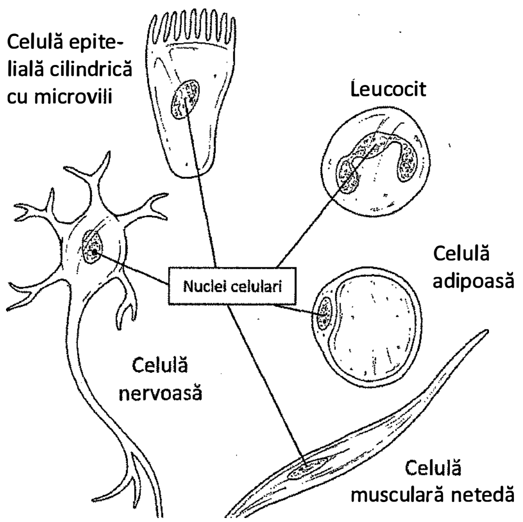


FIGURA 3.4 Diverse tipuri de celule din organismul uman. De reținut că toate celulele au un nucleu, variabil ca poziție, formă și mărime.

În nucleu sunt două sau mai multe mase dense numite **nucleoli**. Nucleolii conțin **acid ribonucleic** sau **ARN**. Acest acid nucleic intervine în producerea subunităților unor par-

ticule submicroscopice numite **ribozomi**. Subunitățile produse sunt mai apoi asamblate în citoplasmă, rezultând ribozomii.

CITOPLASMA ȘI ORGANITELE

Citoplasma este o substanță semilichidă, fundamentală pentru celulă. În citoplasmă au loc unele procese metabolice și sinteze proteice. Ea conține mai multe componente microscopice specializate numite **organite** („mici organe"), în care se desfășoară diverse funcții celulare.

Reticulul endoplasmatic este un organit alcătuit dintr-un ansamblu de membrane ce se extind intracitoplasmatic (Figura 3.5). În unele locuri, reticulul endoplasmatic prezintă atașate structuri submicroscopice numite ribozomi. Când sunt prezenți ribozomii, reticulul endoplasmatic se numește **reticulul endoplasmatic rugos**. Când ribozomii lipsesc de pe suprafața reticulului endoplasmatic, el se numește **neted**. Reticulul endoplasmatic rugos este sediul sintezei proteinelor, iar ribozomii sunt corpusculii în care aminoacizii sunt combinați chimic pentru a forma proteine. În reticulul endoplasmatic neted are loc sinteza lipidelor și a membranei, precum și depozitarea calciului.

Un alt organit este **corpul Golgi** (aparatul Golgi), alcătuit din mai mulți saci turtiți, de obicei curbați la capete. Sacii se unesc între ei parțial și formează vezicule asemănătoare unor picături. În aparatul Golgi, proteinele și lipidele celulare sunt procesate și împachetate în vezicule înainte de a fi transportate spre destinația lor finală.

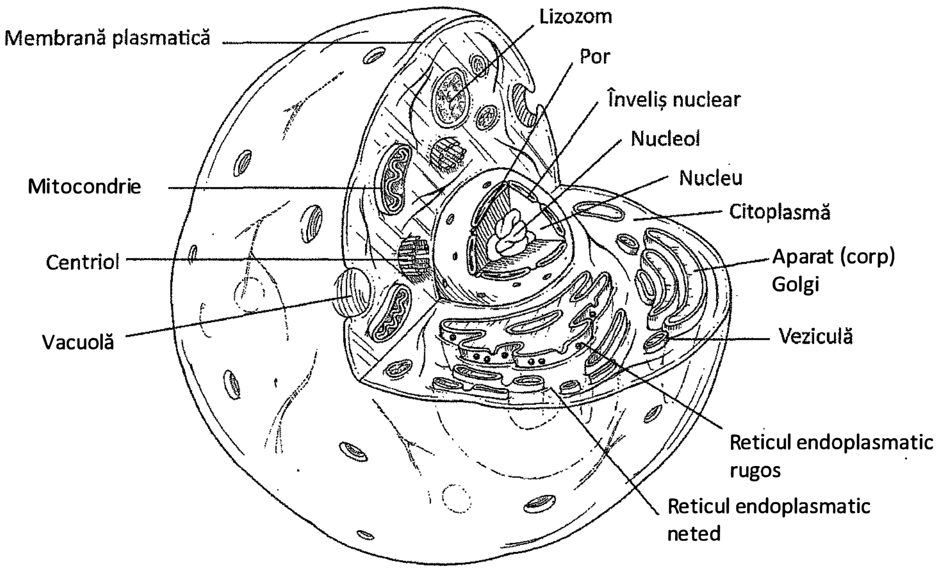


FIGURA 3.5 Reprezentarea celulei umane tipice cu diverse organite. Pentru evidențierea detaliilor, unele dintre organitele foarte mici sunt reprezentate la o scală mai mare.

Un alt organit este **lizozomul**, derivat din sacii aparatului Golgi. Lizozomul este o veziculă cu enzime folosite în procesele de digestie ale celulei. Enzimele sale degradează particulele nutritive pătrunse în celulă și pun la dispoziția celulei produșii finali.

Organitul în care este eliberată cea mai mare parte a energiei provenind din alimente este **mitocondria**. Aici se degradează molecule de glucide, lipide, proteine, iar energia este folosită pentru a forma molecule de ATP (adenozin trifosfat), care servesc nevoilor energetice ale celulei. Aceasta este o etapă importantă în **respirația celulară** (capitolul 19). Deoarece sunt implicate în procesele energetice, mitocondriile mai sunt numite „generatoarele celulei". În interiorul mitocondriei, respirația celulară este completă când oxigenul se combină cu hidrogen și electroni ca să formeze apă. Mitocondriile folosesc oxigenul provenit din aerul inspirat. Acesta este exact motivul pentru care trebuie să respirăm oxigen: fără oxigen, mitocondria produce insuficient ATP. Fără ATP în cantitate adecvată, celulele mor. Când prea multe celule mor din cauza lipsei oxigenului și a ATP-ului, organismul nu supraviețuiește.

O altă structură celulară este **citoscheletul**, o rețea interconectată de fibre, filamente și molecule îmbinate, care servește drept structură de suport a celulei. Componentele principale ale citoscheletului sunt: microtubulii, microfilamentele și filamentele intermediare. Toate componentele citoscheletului sunt alcătuite din subunități proteice.

Unele celule umane au o extensie numită flagel, iar alte celule au cili. **Flagelul** este lung, asemănător unui fir de păr, asigurând mișcarea unor celule, precum spermatozoizii. **Cilii** sunt mai scurți și mult mai numeroși decât flagelii. În celulele umane care căptușesc căile aeriene superioare și tractul respirator, cilii se ondulează în mod sincron, deplasând stratul de mucus cu particulele străine prinse în el.

CELULELE ȘI ENERGIA

Viața poate exista doar dacă moleculele și celulele rămân organizate, iar această organizare necesită energie. Fizicienii definesc **energia** ca fiind capacitatea de a efectua o activitate; în acest caz, activitatea reprezintă continuitatea vieții celulare și umane.

Practic, fiecare reacție chimică a organismului implică schimb de energie și, de obicei, când are loc o reacție se înregistrează o pierdere de energie măsurabilă. Acest principiu derivă dintr-o lege a termodinamicii care spune că energia într-un sistem închis, ca de exemplu o celulă, descrește continuu. Pentru a compensa această scădere, celulelor corpului uman trebuie să le fie furnizată energie din hrană.

Energia este necesară majorității reacțiilor chimice, deoarece compușii chimici nu se combină între ei automat și nici nu se degradează spontan. Pentru a începe o reacție chimică, este nevoie de un aport de energie numit **energie de activare**. De exemplu, hidrogenul și oxigenul se pot combina în mitocondrie pentru a forma apă, însă acestei reacții chimice trebuie să-i fie furnizată energie de activare.

TABELUL 3.2 STRUCTURA ȘI FUNCȚIA ORGANITELOR ȘI A ALTOR COMPONENTE CELULARE

Organit/component	Structura	Funcții
Reticul endoplasmatic	Rețea de membrane interconectate alcătuită din saci și canale	Sinteză proteică, sinteza membranelor
Ribozomi	Particule compuse din proteine și ARN	Corpusculi în care se sintetizează proteine
Aparat Golgi	Grup de saci membranoși turtiți	Împachetarea moleculelor proteice pentru secreție și transport către alte organite
Mitocondrie	Sac membranos cu partiție interioară	Eliberarea energiei din moleculele de alimente și sinteza ATP
Lizozomi	Saci membranoși	Conțin enzime pentru digestia intracelulară
Centrozomi	Structură nonmembranoasă compusă din doi centrioli în formă de tijă	Facilitarea distribuției cromozomilor către celulele fiice în timpul reproducerii celulare și inițierea formării cililor
Cili și flageli	Formațiuni asemănătoare firelor de păr atașate corpusculilor bazali de sub membrana celulară	Propulsia fluidelor pe suprafețe celulare; permite mișcarea anumitor celule
Vezicule	Saci membranoși	Conțin diverse substanțe transportate în celulă
Microfilamente, microfilamente intermediare și microtubuli	Tije fine și tubuli	Suport pentru citoplasmă, deplasarea particulelor în citoplasmă; alcătuiesc citoscheletul
Înveliș nuclear	Membrană poroasă dublă ce separă conținutul nuclear de citoplasmă	Menține forma nucleului și controlează pasajul substanțelor între nucleu și citoplasmă
Nucleol	Corpuscul dens, fără membrană, alcătuit din proteine și ARN	Conține materiale necesare pentru formarea ribozomilor
Cromatină	Fibre compuse din proteine și molecule ADN	Conține informația genetică pentru sinteza proteică
Membrană celulară	Membrană compusă în principal din molecule proteice și lipidice	Menține forma celulei și controlează pasajul substanțelor în și din celulă

Orice reacție chimică în care se eliberează energie se numește **reacție exergonică**. Într-o reacție chimică exergonică, produșii de reacție conțin mai puțină energie decât reactanții. În celelalte reacții chimice, numite **reacții endergonice**, energia se obține din alte surse și se depozitează în diverse forme.

ENZIMELE

Energia de activare necesară pentru a iniția o reacție exergonică sau endergonică poate fi termică sau chimică. Reacțiile chimice care necesită energie de activare pot fi produse prin catalizatori biologici numiți **enzime**. Enzimele sunt proteine care accelerează reacțiile chimice, ele însele rămânând neschimbate. În concluzie, ele scad cantitatea de energie de activare necesară pentru o reacție chimică.

Fiecare enzimă catalizează doar o reacție; într-o celulă există mii de enzime diferite ce catalizează mii de reacții chimice diferite. Substanța asupra căreia acționează o moleculă enzimatică se numește **substrat**. Produșii unei reacții catalizate de o enzimă se numesc **produși finali**. O porțiune cheie a unei enzime, numită **zonă activă**, interacționează cu substratul pentru a forma produși finali (Figura 3.6). Cu câteva excepții, denumirea enzimelor se termină în „-ază". De exemplu, catalaza este enzima care degradează apa oxigenată (peroxidul de hidrogen) în apă și oxigen. Exemple de alte enzime: amilază, hidrolază, peptidază și kinază.

De obicei reacțiile enzimatice se desfășoară în câteva milisecunde. Viteza unei reacții catalizate enzimatic depinde de un număr de factori, printre care concentrația substratului, aciditatea și temperatura mediului. La temperaturi ridicate, reacțiile enzimatice au loc mult mai rapid, însă excesul de căldură poate provoca modificarea structurii proteice și **denaturarea** enzimei (pierderea structurii fizice).

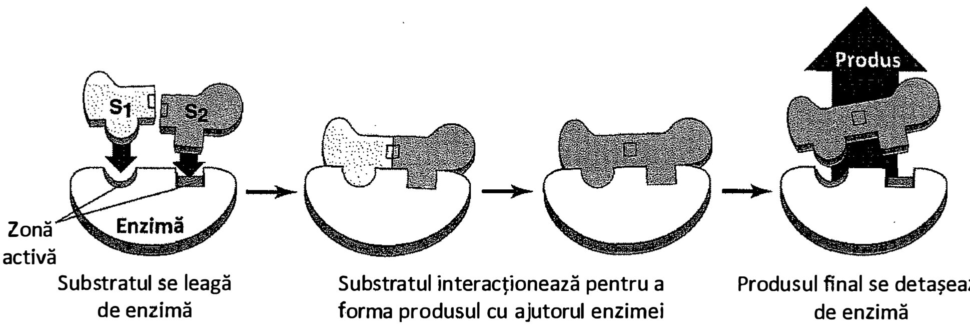


FIGURA 3.6 Activitatea enzimatică. O enzimă are o zonă activă specifică unde se leagă o pereche de molecule de substrat. Acest compus se detașează și enzima este liberă să participe la o altă reacție chimică.

Enzimele conlucrează în cadrul căilor metabolice. O **cale metabolică** este o secvență de reacții chimice ce are loc într-o celulă. Anumite căi metabolice utilizează **catabolismul**, adică degradarea sau digestia moleculelor mari, complexe. Alte căi metabolice implică **anabolismul**, care reprezintă sinteza de molecule mari. Căile metabolice sunt descrise în detaliu în capitolul 19.

DE REȚINUT
Catabolismul este degradarea moleculelor mari, anabolismul este sinteza moleculelor mari.

ADENOZIN TRIFOSFATUL

Adenozin trifosfatul (ATP) este o substanță chimică ce servește drept sursă de energie imediată pentru toate celulele organismului. Energia produsă în timpul reacțiilor exergonice ale catabolismului este stocată în moleculele de ATP (capitolul 19).

O moleculă de ATP are 3 părți: un inel dublu de atomi de carbon și azot numit **adenină**, o glucidă cu 5 atomi de carbon numit **riboză** și trei **unități fosfat**. Unitățile fosfat sunt unite printr-o legătură covalentă cu nivel energetic ridicat. Când o moleculă de ATP este folosită pentru a furniza energie, gruparea terminală fosfat este eliberată sub formă de ion de fosfat, degajând aproximativ 7,3 kilocalorii de energie per mol de ATP. Această energie este disponibilă pentru a asigura activitatea celulei.

MITOZA ȘI REPRODUCEREA CELULEI

Una dintre caracteristicile distincte ale celulei vii este capacitatea de a se reproduce. În unele părți ale corpului, precum tractul gastrointestinal, celulele se divid frecvent. În alte părți ale corpului, cum ar fi sistemul nervos, celulele se divid mai rar. Cu excepția a doar câtorva tipuri de celule mature (ca de exemplu globulele roșii), toate celulele corpului uman se divid.

Structura și conținutul nucleului sunt direct implicate în reproducerea celulară. Materialul nuclear constă din proteine și ADN, care este alcătuit din nucleotide legate unele de altele prin legături covalente (Capitolul 2). Pentru a forma un cromozom, ADN-ul este condensat și părți din el sunt înfășurate în jurul complexelor de histone pentru a obține unități numite **nucleozomi**. Fiecare cromozom este alcătuit din milioane de nucleozomi. Supraspiralizarea nucleozomilor determină compactarea suplimentară a ADN-ului, determinând formarea cromozomilor condensați. Când cromozomii se despiralizează și nu se mai pot distinge unul de altul, masa dispersată de ADN și proteinele lui asociate se numește **cromatină**.

CICLUL CELULAR

Ciclul celular este repetarea creșterii și reproducerii celulare (Figura 3.7). Ciclul este împărțit în două perioade principale: interfaza și mitoza. **Interfaza** este perioada în care se desfășoară toate activitățile specifice unei celule. De asemenea replicarea ADN-ului are loc în timpul interfazei. **Mitoza** este perioada ciclului celular în care ADN-ul nuclear al celulei este împărțit în două celule fiice. Diviziunea efectivă a celulei se numește **citokineză**.

Interfaza ciclului celular include trei faze distincte: faza G_1, faza S și faza G_2. **Faza G_1** urmează după mitoză, fiind perioada în care celula sintetizează proteine structurale și enzime, și crește în dimensiuni. Cromozomii se găsesc sub formă de cromatină despiralizată.

În **faza** S a ciclului celular continuă creșterea, ADN-ul din nucleu se replică, iar cromozomii despiralizați încă nu sunt vizibili. În timpul acestui proces fiecare cromozom este copiat cu acuratețe, astfel că, până la sfârșitul fazei S rezultă câte două cromatide pentru fiecare cromatidă prezentă în faza G_1. În celulele umane există 46 cromozomi (fiecare cu câte o cromatidă per cromozom) în faza G_1, iar după faza S (vezi Tabelul 3.3) tot 46 de cromozomi (fiecare cu câte două cromatide per cromozom) atașați la centromer (Figura 3.8).

În **faza G_2** celula continuă să crească şi să funcţioneze, în timp ce se pregăteşte de mitoză. Proteinele se organizează pentru a forma o serie de filamente, numite **fus de diviziune**. Fusul de diviziune este asamblat (reconstruit) pentru fiecare mitoză, apoi dezasamblat la finalul procesului. Filamentele fusului sunt alcătuite din microtubuli. Materialul nuclear se află încă sub formă de cromatină, moment în care mitoza poate începe.

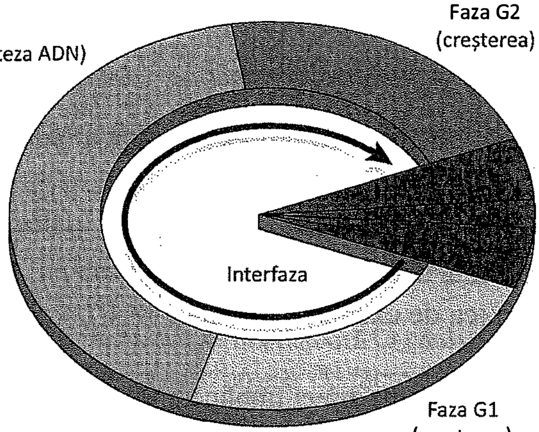


FIGURA 3.7 Ciclul celular. Sunt prezentate cele două perioade majore - interfaza şi mitoza. Interfaza are 3 faze, mitoza are 4 faze.

TABELUL 3.3 CICLUL CELULAR

Faza	Activitate
Interfaza	G_1 - activități normale ale celulei S - sinteza ADN, a proteinelor și centriolilor G_2 - proteinele microtubulilor formează fusul de diviziune, cromatina începe să se condenseze
Mitoza	**Profaza** - Cromozomii duplicați se spiralează, nucleul și nucleolul dispar, fusul este complet, cromozomii se deplasează spre centrul celulei **Metafaza** - Centromerii se aliniază în placa metafazică (ecuatorială) **Anafaza** - Centromerii se clivează, cromatidele se deplasează către cei doi poli **Telofaza** - Cromozomii se despiralizează, se formează nucleul și nucleolul, fusul dispare, citokineza se finalizează
Citokineza	Se formează linia de clivaj prin contracția microfilamentelor; citoplasma celulară se divide prin clivaj

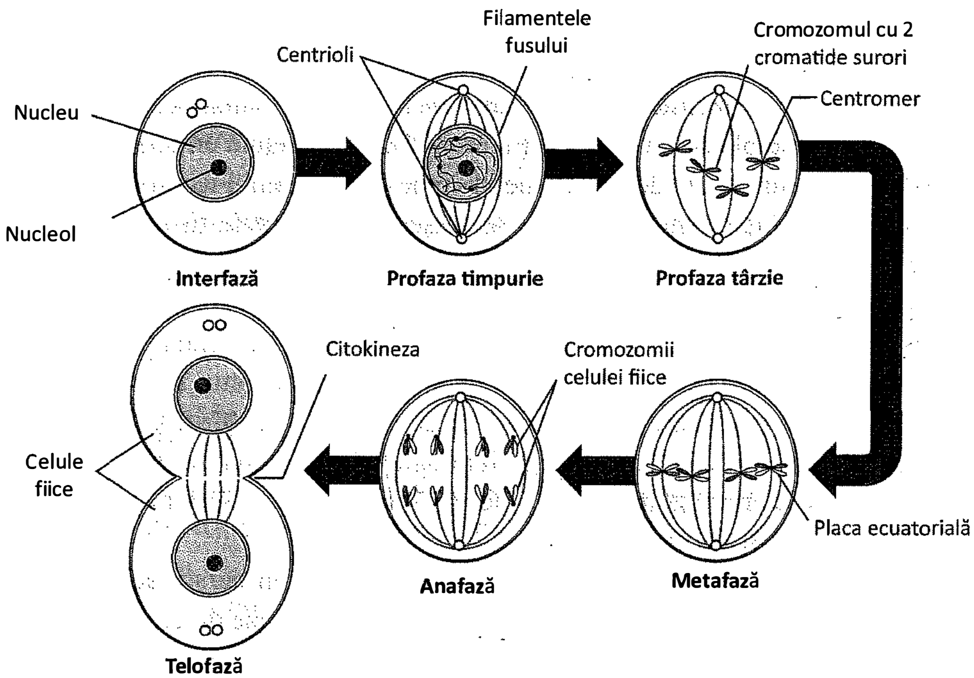


FIGURA 3.8 Procesul mitozei așa cum apare el în celulele umane. Sunt prezentate cele patru faze ale mitozei și sunt notate structurile cele mai importante. Cromatidele apar în profază, apoi se aliniază la centru în metafază. Un set de 46 de cromozomi migrează spre fiecare celulă fiică nou formată în anafază, iar împărțirea celulei în telofază completează procesul.

MITOZA

Termenul **mitoză** derivă din latinescul „mito", care înseamnă „filament". În timpul mitozei, (1) materialul nuclear devine vizibil sub formă de 46 de cromozomi; (2) cromozomii se organizează în centrul celulei; (3) cromatidele se separă și cele 46 de cromatide, pe care le numim acum cromozomi, se deplasează spre fiecare celulă nouă.

Mitoza este un proces continuu, și cuprinde mai multe etape succesive. Pentru comoditate și pentru a descrie mai ușor fiecare parte a procesului, oamenii de știință au împărțit mitoza într-o serie de faze numite profază, metafază, anafază și telofază.

Profaza mitozei începe cu condensarea cromatinei și formarea de filamente vizibile. Există câte două copii ale fiecărui filament cromozomial; copiile se numesc **cromatide** surori. Cele două cromatide surori sunt unite într-o regiune numită **centromer**. În timp ce se desfășoară profaza, perechile de cromatide și filamentele fusului de diviziune devin vizibile, nucleolii dispar, iar membrana nucleară se dezasamblează.

În celulele umane aflate în profază, două structuri microscopice, numite **centrioli**, migrează spre polii opuși ai celulei. Când centriolii ajung la poli, sunt înconjurați de microtubuli radiari numiți **aster**. Filamentele fusului de diviziune se extind spre polii opuși ai celulei. Cromatidele se atașează de filamentele fusului de diviziune prin intermediul unei structuri de la nivelul centromerului, numit **kinetocor**. Kinetocorii conțin o proteină motorie care asigură deplasarea cromozomilor prin celulă. În cele din urmă, toate

perechile de cromatide ajung în planul ecuatorial al celulei, formând **placa ecuatorială**. Perechile de cromatide se aliniază în centrul celulei și astfel se termină profaza.

În **metafază**, toate perechile de cromatide sunt aliniate în planul ecuatorial, formând **placa ecuatorială** sau placa metafazică (Figura 3.8). Într-o celulă umană, la nivelul plăcii metafazice sunt aliniate 92 de cromatide în 46 de cromozomi. Fiecare cromozom este conectat la nivelul kinetocorului, cu care se atașează filamentele fusului de diviziune. În acest moment, cele două cromatide se separă una de cealaltă, fiecare dintre ele fiind denumită cromozom.

La începutul **anafazei**, cromozomii se îndepărtează unul de celălalt, fiecare cromozom fiind atașat unui filament al fusului de diviziune. Cromozomii sunt trași spre polii opuși ai celulei de către filamentele fusului de diviziune și pe măsură ce migrează iau forma literei „V", deoarece fiind atașați de filamentele fusului doar în regiunea de mijloc (centromer), capetele cromozomului (telomere) rămân în urmă. Spre fiecare pol al celulei se deplasează câte 46 de cromozomi.

În **telofază**, cromozomii ajung la polii opuși ai celulei. În cursul acestei faze, cromozomii se despiralizează și se dispersează pentru a forma mase de cromatină. Fusul se dezasamblează, reapar nucleolii și se reface învelișul nuclear.

CITOKINEZA

Citokineza este procesul prin care citoplasma se divide și se formează două celule separate. În celulele umane, citokineza începe prin formarea unui șanț de clivare la nivelul plăcii ecuatoriale. Membrana celulară stranguleată citoplasma și astfel se formează cele două celule fiice. Acest proces se mai numește și **clivaj celular**. Microfilamentele se contractă în timpul clivajului celular și participă la divizarea celulei în două celule fiice.

Mitoza și citokineza permit organismului să crească prin formarea de noi celule. De asemenea, aceste procese înlocuiesc celulele îmbătrânite sau deteriorate. Deoarece creșterea și repararea sunt procese complexe, controlul mitozei este esențial, astfel încât aceasta să se producă doar când este nevoie. Dacă se pierde controlul asupra mitozei, de obicei din cauza unei mutații ADN, poate apărea cancerul. Cancerul constă în mitoze necontrolate și răspândirea celulelor canceroase prin organism. De obicei, celulele canceroase își folosesc toate resursele pentru a se înmulți prin mitoze și, astfel, ele nu mai funcționează normal.

SINTEZA PROTEICĂ

Proteinele sunt compuși organici folosiți ca enzime, precum și ca materiale de structură în celulele corpului. Multe proteine sunt reținute intracelular pentru a fi folosite ca material structural. Proteinele apar în structura microtubulilor și a microfilamentelor, precum și în alte părți ale citoscheletului, și se găsesc în membrana plasmatică și în alte membrane intracelulare, ca de exemplu reticulul endoplasmatic. În plus, multe proteine specializate din organismul uman sunt exportate spre a fi utilizate în diverse activități extracelulare. De exemplu, anumite proteine alcătuiesc hormoni ca insulina, ligamentele și tendoanele articulațiilor, dar și mare parte din păr, piele și unghii.

Cea mai importantă componentă structurală a unei proteine este secvența în care sunt legați aminoacizii. Această secvență este determinată de codul genetic din ADN. **Codul genetic** constă în ordinea bazelor azotate din ADN (Capitolul 2). Pentru ca sinteza proteică să aibă loc, trebuie să fie prezente câteva materiale esențiale: o rezervă de 20 de aminoacizi ce compun majoritatea proteinelor, enzime, ADN și ARN (acid ribonucleic).

ARN-ul transportă instrucțiuni de la ADN-ul nuclear în citoplasmă, unde se sintetizează proteinele. ARN-ul este similar ADN-ului, cu două excepții: ARN-ul conține glucida riboză în loc de dezoxiriboză, iar nucleotidele ARN conțin baza azotată uracil în loc de timină.

TIPURI DE ARN

Există patru tipuri de ARN, cu funcții diferite în sinteza proteică. Primul tip, numit **ARN-ul ribozomal (ARNr)**, este parte a ribozomilor. Ribozomii sunt particule citoplasmatice de ARN și proteine care leagă între ei aminoacizi pentru a forma proteine. În celulele umane, ribozomii se găsesc liberi în citoplasmă, dar și atașați membranelor reticulului endoplasmatic rugos.

Al doilea tip esențial de ARN este **ARN-ul de transfer (ARNt)**. Aceste molecule se găsesc libere în citoplasma celulelor și transportă aminoacizii la ribozomi în timpul sintezei proteice.

A treia formă este **ARN-ul mesager (ARNm)**. Acesta primește codul genetic al ADN-ului și îl transportă în citoplasmă. Informația genetică este astfel transferată din molecula de ADN pe cea de ARNm, iar ARNm folosește informația pentru a sintetiza o proteină.

Ultima formă este **ARN-ul de reglare**. ARN-ul de reglare controlează expresia genică și sinteza proteică prin metode care încă se află în stadiu de cercetare.

TRANSCRIPȚIA

O primă etapă a sintezei proteice este **transcripția**. În acest proces, o catenă de ARNm este sintetizată pe baza complementarității bazelor azotate din ADN. Procesul începe când enzima ARN-polimerază se leagă de una dintre moleculele ADN ale dublului helix (cealaltă catenă rămâne dormantă) la locul unde gena va fi exprimată și se deplasează de-a lungul catenei de ADN, citind nucleotidele una câte una. Enzimele selectează nucleotidele disponibile cu baze complementare și le dispun astfel încât să formeze o moleculă de ARNm conform principiului complementarității bazelor azotate (Figura 3.9). De exemplu, dacă în ADN există citozină, în ARN este inserată o moleculă de guanină și viceversa. Dacă în ADN este o moleculă de timină, în ARN va fi plasată o adenină, iar dacă în ADN este o adenină, atunci în ARN se va insera o moleculă de uracil. Lanțul de ARNm se extinde până când se primește un semnal de terminare a procesului.

> **DE REȚINUT**
> Transcripția reprezintă sinteza de ARNm, utilizând secvența de baze a ADN-ului pentru a determina secvența ARNm.

Nucleotidele catenei de ARNm se citesc în grupe de câte trei, numite **codoni**. De exemplu un codon poate fi CGA (citozină-guanină-adenină) sau CUC sau AAA sau orice combinație a celor 4 nucleotide. Când sin-

teza ARNm este completă, molecula ARNm trece printr-un por al membranei nucleare şi ajunge în citoplasmă, la ribozomi. Între timp, molecula de ADN se răsuceşte la loc pentru a forma din nou un dublu helix.

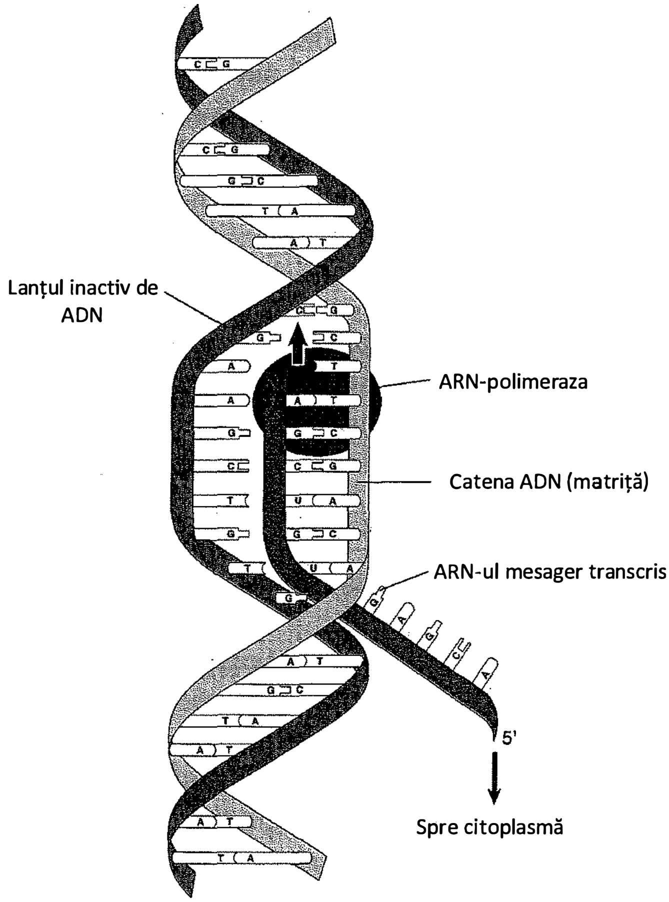


FIGURA 3.9 Transcripția în procesul sintezei proteice. O catenă de ARNm se formează conform secvenței de baze complementare dintr-o catenă de ADN. Prin această sinteză, se transcrie informația ADN-ului pe o moleculă ARN. Apoi, molecula ARNm transportă mesajul genetic în citoplasmă pentru sinteza proteică.

TRANSLAȚIA

Translația este un proces prin care codul genetic este „decodificat" într-o secvență de aminoacizi din proteină. Procesul începe cu atașarea moleculei de ARNm la ribozom. Între timp, moleculele ARNt se atașează de aminoacizii specifici pe care îi transportă la ribozomi, pentru a întâlni ARNm (Figura 3.10).

> **DE REȚINUT**
> Translația reprezintă etapa sintezei proteinelor în care se folosește secvența de codoni a ARNm pentru a ghida secvența de aminoacizi a proteinelor.

După ce ajunge la ribozomi, molecula de ARNm își expune bazele în seturi de câte trei (codoni). O moleculă de ARNt are un **anticodon** care se împerechează cu bazele din codonul complementar. Când codonul moleculei de ARNm își întâlnește anticodonul de pe molecula de ARNt, bazele lor se împerechează. Apoi următorul codon al bazelor

ARNm se împerechează cu anticodonul complementar din ARNt. Aminoacidul purtat de a doua moleculă de ARNt este poziționat lângă primul aminoacid, iar primul aminoacid este legat de al doilea cu ajutorul unei enzime ribozomale. Prima moleculă de ARNt revine apoi în citoplasmă pentru a căuta alt aminoacid.

După ce primul aminoacid este plasat în continuarea celui de-al doilea aminoacid și primul ARNt se îndepărtează, ribozomul se deplasează pe ARNm cu un codon. Un al treilea ARNt cu aminoacidul său leagă următorul codon. Ribozomul deplasează peptidul alcătuit din primii doi aminoacizi pentru a putea atașa un al treilea aminoacid, adus de o altă moleculă de ARNt. Ulterior, al doilea ARNt pleacă în căutarea unui alt aminoacid, iar ribozomul se deplasează pe ARNm cu încă un codon. Acest proces continuă, adăugând lanțului peptidic câte un singur aminoacid până se întâlnește un codon stop. Există trei codoni stop, care nu codifică aminoacizi; în schimb, aceștia anunță ribozomul să nu mai adauge aminoacizi când proteina este completă (Figura 3.11).

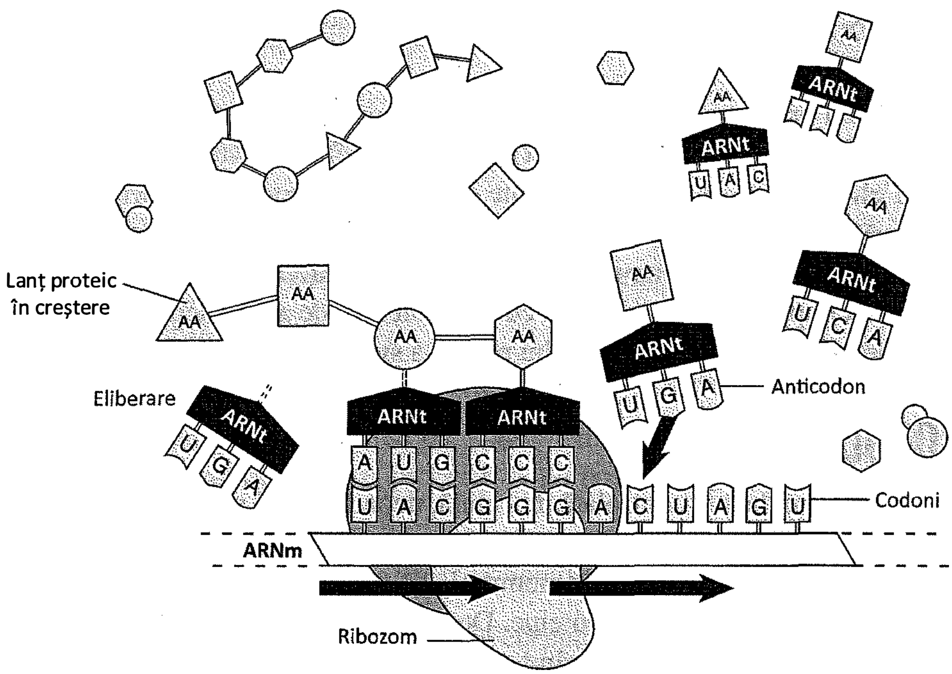


FIGURA 3.10 Translația din sinteza proteică. O catenă de ARNm sosește la ribozom, unde întâlnește molecule de ARNt ce transportă aminoacizi. Moleculele de ARNt au o secvență de trei baze azotate (anticodoni), complementară cu secvența de trei baze (codoni) de pe ARNm. Această potrivire plasează aminoacizii într-o anumită poziție; apoi aminoacizii sunt atașați lanțului proteic care crește. În acest fel, codul genetic este translatat într-o secvență de aminoacizi a unei proteine.

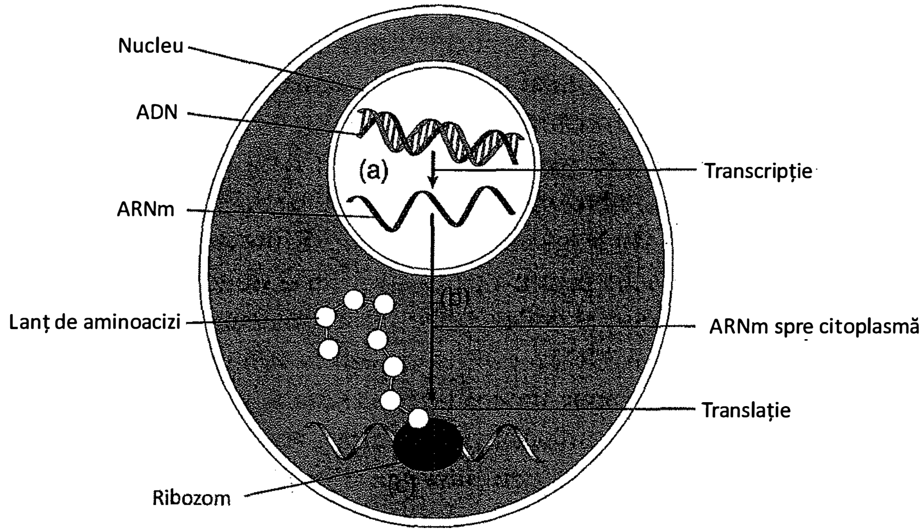


FIGURA 3.11 Prezentare generală a sintezei proteice: (a) transcripție în nucleu, (b) deplasarea ARNm în citoplasmă și (c) translația la ribozomul celulei.

Odată sintetizată proteina este îndepărtată din ribozom pentru a fi procesată în continuare: ea poate fi modificată în aparatul Golgi și depozitată în veziculele secretoare înainte de a fi eliberată de către celulă, poate fi trimisă lizozomilor pentru a servi ca enzimă digestivă sau, poate fi folosită de celulă ca și component structural celular. Molecula de ARNm este degradată, iar nucleotidele sale se întorc în nucleu. Moleculele de ARNt așteaptă în citoplasmă să se unească cu noi molecule de aminoacizi, iar ribozomii anticipează sosirea unei molecule de ARNm pentru a sintetiza o nouă proteină.

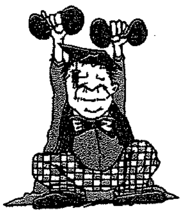
CONTROLUL GENETIC

Expresia genică este reglată și controlată de celulă, deoarece ar fi neeconomic ca celula să producă în permanență toate tipurile de proteine. De exemplu, o anumită enzimă digestivă este produsă când se consumă un anumit tip de aliment. În plus, anumite tipuri de celule produc doar anumite tipuri de proteine. De exemplu, o celulă pancreatică produce hormonul insulină în cantitate mare, pe când o celulă cerebrală nu produce acest hormon.

Controlul expresiei genice apare la câteva niveluri în celulă. De exemplu, genele sunt ținute sub control în timpul mitozei deoarece cromozomul este compactat și supraspiralizat, iar această supraspiralizare controlează accesul la gene.

Controlul genic poate apărea în timpul transcripției sau după aceasta. În transcripție, anumite segmente de ADN controlează activitatea genelor din apropiere, modificând transcripția genică. Mai mult, după ce transcripția a avut loc, molecula de ARNm se modifică pentru a regla activitatea genică. S-a descoperit, de exemplu, că molecula de ARNm conține mai multe secvențe intercalate, necodante numite **introni**. Intronii nu par a deține nici o informație genetică legată de sinteza proteică, însă se găsesc în toate celulele umane. Intronii sunt îndepărtați când se produce molecula de ARNm final. Părțile care mai rămân din ARNm, numite **exoni**, sunt unite pentru a forma molecula finală

de ARNm. Exonii sunt regiunile funcționale din structura genelor folosite efectiv pentru codificarea proteinelor unei celule. Ei alcătuiesc circa 5% din totalul materialului genetic al unei celule umane și reprezintă partea exprimată a genomului uman. Prin îndepărtarea intronilor și păstrarea exonilor, celula modifică mesajul primit de la ADN și controlează expresia genică. De asemenea, și ARN-urile de reglare controlează expresia genică.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – ***Completare:*** *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Organismele ale căror celule au nucleu și organite se numesc __________.
2. Membrana plasmatică celulară este alcătuită în principal din lipide, mai ales __________.
3. Mișcarea moleculelor dintr-o zonă cu concentrație mare într-una cu concentrație mică se numește __________.
4. Moleculele de apă se deplasează prin membrana plasmatică dintr-o zonă cu o concentrație mică a solvitului în una cu concentrație mare prin procesul de __________.
5. Difuziunea facilitată prin membrana plasmatică este facilitată de __________.
6. Când substanțele chimice sunt transportate dintr-o zonă cu concentrație mică într-una cu concentrație mare, procesul se numește __________.
7. Endocitoza implică fagocitoza, când anumite materii solide sunt înglobate în celulă dar, când se înglobează picături de lichid, procesul se numește __________.
8. Nucleul este prezent în toate celulele corpului uman, cu excepția __________.
9. Proteinele care oferă un cadru de sprijin pentru ADN în cromozomi se numesc __________.
10. Masa densă din nucleu, ce conține acidul ribonucleic, se numește __________.
11. Când pe reticulul endoplasmatic sunt prezenți ribozomi, reticulul endoplasmatic se numește __________.
12. Înainte de a fi transportate spre destinațiile finale, proteinele și lipidele sunt procesate într-un organit celular numit __________.
13. Organitele care eliberează energia celulară din molecule alimentare și în care se produc moleculele de ATP sunt __________.

14. Principalele componente ale citoscheletului sunt filamentele intermediare, microfilamentele și ___________.

15. Reacțiile chimice produse în corpul uman însoțite de eliberare de energie se numesc ___________.

16. Reacțiile chimice în care energia este obținută din alte surse și este depozitată în diverse forme, se numesc ___________.

17. Proteinele care accelerează reacțiile chimice, ele însele rămânând neschimbate, se numesc ___________.

18. Cu câteva excepții, denumirea enzimelor se termină în ___________.

19. Sursa energetică imediată folosită de majoritatea celulelor umane este ___________.

20. Când temperatura crește, viteza unei reacții enzimatice ___________.

21. Cele trei părți ale unei molecule de ATP sunt adenina, unitatea fosfat și glucida numită ___________.

22. În nucleul celular, moleculele de ADN sunt înfășurate în jurul complexelor de histone pentru a forma ___________.

23. În timpul perioadei în care cromozomii nu se pot distinge, masa ADN din nucleul celular se numește ___________.

24. Faza ciclului celular în care celula se divide și formează două celule fiice se numește ___________.

25. O fază a interfazei în care celula sintetizează proteine structurale și enzime este reprezentată de ___________.

26. Faza interfazei în care ADN-ul se replică, pregătindu-se de mitoză, este ___________.

27. În timpul fazei G_2 a interfazei, celula se pregătește de mitoză, iar proteinele se organizează într-o serie de filamente numite ___________.

28. Copiile de material cromozomial care se găsesc în profază se numesc ___________.

29. În timpul profazei, structurile microscopice care migrează spre polii opuși ai celulei se numesc ___________.

30. În timpul profazei, cromatidele se atașează de filamentele fusului de diviziune în porțiunea ADN numită ___________.

31. Stadiul mitozei în care perechile de cromatide se aliniază în placa ecuatorială este ___________.

32. Când cromozomii ajung la polii opuși ai celulei, celula se află în faza mitozei numită __________.

33. După ce mitoza a avut loc, citoplasma celulară se divide în două celule separate, prin __________.

34. Secvența de aminoacizi dintr-o proteină este determinată de secvența de nucleotide din ADN cunoscută ca și __________.

35. ADN-ul conține timină, în timp ce ARN-ul conține altă bază, __________.

36. Structurile ultramicroscopice citoplasmatice alcătuite din ARN și proteine, în care sunt legați între ei aminoacizii, se numesc __________.

37. Acidul nucleic responsabil de transportul informației de la ADN în citoplasmă este __________.

38. Moleculele de ARN de transfer transportă la ribozomi substanțe numite __________.

39. Transcripția este procesul prin care se formează o catenă de ARNm conform codului de baze de la nivelul __________.

40. În translația ARNm, catena de ARN este citită în grupuri de câte trei baze, numite __________.

41. O dată sintetizate, moleculele de ARNm părăsesc nucleul celular prin __________.

42. Molecula de ADN se află în nucleul celulelor, având formă de __________.

43. Orice moleculă de ARNt are o secvență de baze, complementară secvenței de baze din codon, numită __________.

44. Legăturile chimice dintre aminoacizi prin care se produce o proteină conform informațiilor din molecula de ARN se formează în __________.

45. Prin unirea mai multor sute de mii de aminoacizi rezultă o moleculă organică numită __________.

46. Odată folosită, molecula de ARNm este degradată și componentele sale se întorc la __________.

47. O proteină sintetizată, prezentă în citoplasmă, poate fi modificată în __________.

48. Sinteza moleculelor de ARNm în nucleu este determinată de __________.

49. Când o catenă din dublul helix de ADN funcționează în transcripție, cealaltă catenă rămâne __________.

50. Pentru a forma molecule de ARNm, celula îndepărtează părțile care nu sunt de folos ale ARN, numite __________.

***SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere:** Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Următoarele afirmaţii se referă la membrana plasmatică celulară, *cu excepția*
   A. este compusă în principal din fosfolipide şi proteine
   B. se conformează structurii de mozaic fluid
   C. fosfolipidele sunt dispuse într-un singur strat
   D. se află la marginea celulei

2. În timpul procesului de difuziune
   A. moleculele se deplasează dintr-o zonă cu concentrație mare într-una cu concentrație mică
   B. moleculele nu trec prin membrană
   C. sunt cheltuite cantități mari de energie
   D. proteinele asistă transportul moleculelor

3. Dacă celulele umane ar fi introduse într-o soluție foarte sărată
   A. apa ar intra în celule
   B. sarea ar invada citoplasma celulelor
   C. celulele ar avea tendința să se „zbârcească"
   D. celulele ar avea tendința să se lizeze

4. Membrana plasmatică este o membrană semipermeabilă, deoarece
   A. împiedică trecerea apei
   B. lasă să treacă doar anumite molecule
   C. conține cromozomi și gene
   D. este centrul sintezei proteice semiconservative

5. Dacă un număr de celule umane ar fi introduse în apă pură, soluția s-ar numi
   A. izotonă
   B. hipertonă
   C. sinotonă
   D. hipotonă

6. În transportul activ substanțele chimice se deplasează dintr-o zonă cu concentrație scăzută într-una cu concentrație crescută, și pentru aceasta este nevoie de
   A. funcționarea genelor
   B. o cheltuială de energie
   C. implicarea ribozomilor
   D. implicarea aparatului Golgi

7. Fagocitoza este o formă de endocitoză în care
   A. celulele se dublează
   B. se exercită controlul genic
   C. celulele introduc în interiorul lor diverse substanțe solide
   D. se divide reticulul endoplasmatic

8. Cele două substanțe organice din alcătuirea cromozomilor sunt
   A. grăsimi și glucide
   B. glucide și vitamine
   C. proteine și acizi nucleici
   D. minerale și vitamine

9. Genele se pot defini astfel
   A. molecule glucidice care sintetizează proteine
   B. segmente funcționale ale cromozomilor
   C. materiale proteice care produc enzime
   D. cromozomi care nu au exoni

10. Masa densă de acid ribonucleic ce se găsește în nucleu este
    A. reticulul endoplasmatic
    B. nucleolul
    C. aparatul Golgi
    D. ribozomul

11. Reticulul endoplasmatic se poate descrie astfel
    A. organit citoplasmatic în formă alungită
    B. structură funcțională aflată în nucleu
    C. ansamblu de membrane aflat în citoplasma celulei
    D. centrul de producere a energiei

12. Lizozomii unei celule conțin multe
    A. enzime digestive
    B. compuși organici încărcați electric
    C. vitamine și minerale
    D. săruri precum clorura de sodiu

13. Mitocondriile sunt organitele în care
    A. se sintetizează proteine
    B. se întâlnesc cromozomii
    C. genele asigură codul genetic pentru sinteza proteică
    D. se eliberează energie din moleculele alimentare

14. Flagelii celulelor umane determină
    A. producție de energie
    B. sinteză proteică
    C. reproducere celulară
    D. mișcare celulară

15. Aproape toate reacțiile chimice celulare sunt catalizate de :
    A. glucide
    B. minerale
    C. ioni de sodiu
    D. enzime

16. Se eliberează energie dintr-o moleculă de ATP când
    A. se elimină gruparea fosfat terminală
    B. molecula se leagă de ioni de sodiu
    C. molecula este transportată la nucleu
    D. molecula se combină cu grăsime

17. Următoarele afirmații se referă la enzime, *cu excepția*
    A. enzimele sunt molecule glucidice
    B. enzimele acționează asupra substratului
    C. temperaturile ridicate denaturează enzimele
    D. enzimele colaborează cu alte enzime în cadrul căilor metabolice

18. Interfaza este o fază a ciclului celular în care
    A. celula se divide
    B. cromozomii se aliniază la nivelul plăcii ecuatoriale
    C. se desfășoară activitățile specifice ale unei celule
    D. cromozomii celulei migrează către poli

19. Cromatidele, cromozomii și cromatina sunt asemănătoare între ele deoarece
    A. toate se prezintă sub formă de structuri fibrilare vizibile
    B. toate pot fi întâlnite în interfază
    C. toate se asociază cu moleculele de ATP
    D. toate conțin ADN

20. Un om de știință care studiază telofaza este interesat de activitățile care au loc
    A. la începutul mitozei
    B. în timpul interfazei
    C. în timpul fazei G_2
    D. la sfârșitul mitozei

21. Următoarele structuri sunt alcătuite din ARN, *cu excepția*
    A. ribozomilor (în parte)
    B. moleculelor mesager
    C. genelor
    D. moleculelor de transfer

22. Codonul este un grup de nucleotide alcătuit din trei baze care specifică
    A. un aminoacid
    B. o enzimă
    C. o proteină care facilitează difuziunea
    D. nucleul de hidrogen

23. Următoarele structuri participă la faza de translație a sintezei proteice, *cu excepția*
    A. moleculelor ARN de transfer
    B. moleculelor de ADN
    C. ribozomilor
    D. aminoacizilor

24. Sinteza proteică nu se poate desfăşura în absența
    A. moleculelor lipidice
    B. moleculelor de vitamina K
    C. moleculelor de aminoacid
    D. moleculelor sterolice

25. O moleculă de ARN mesager conține
    A. exoni, dar nu introni
    B. introni, dar nu exoni
    C. ATP, dar nu ADN
    D. ADN, dar nu ATP

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul* subliniat *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Există aproximativ 30000 de gene în nucleul fiecărei celule umane.
2. Întrucât componentele membranei se mişcă constant, se spune că membrana plasmatică are structură de mozaic fluid.
3. Moleculele de oxigen trec din alveolele pulmonare în hematii prin osmoză.
4. Dacă s-ar introduce celule ale corpului într-o soluție fără solvit, celulele ar avea tendința să se umfle.
5. Dacă mai multe celule ale corpului ar fi introduse într-o soluție cu aceeaşi concentrație a solvitului ca cea din citoplasmă, soluția s-ar numi hipotonă.
6. Procesul de difuziune facilitată este asistat de molecule de glucide din membrana plasmatică.
7. Pentru a dirija transportul activ, energia este obținută de obicei dintr-o substanță numită adenozin trifosfat.
8. Procesul de fagocitoză și pinocitoză sunt cunoscute împreună ca exocitoză.
9. Învelişul nuclear constă din două straturi de proteine cu pori prin care comunică cu citoplasma.
10. Nucleolul este locul în care acidul ribonucleic este folosit pentru a produce lizozomi.
11. Înaintea deplasării către destinațiile lor finale, proteinele și lipidele sunt procesate în mitocondrii.
12. Funcția celulară a lizozomului este de a servi drept structură de suport a celulei.
13. În metabolismul celular, cantitatea de energie de activare necesară este de obicei scăzută de enzime.

14. Acele căi metabolice în care molecule mari şi complexe sunt degradate sau digerate, sunt cunoscute sub numele de anabolism.

15. O substanță este identificată ca enzimă după numele ei, care se termină în -ată.

16. Faza G1 a ciclului celular precede mitoza.

17. În timpul fazei S a ciclului celular, ADN-ul nuclear se replică.

18. În stadiul de profază al mitozei, centromerii migrează spre polii opuşi ai celulei.

19. Filamentele fusului de diviziune trag cromozomii spre polii opuşi ai celulei în stadiul mitozei numit metafază.

20. Codul genetic constă dintr-o secvență de dezoxiriboză în molecula de ADN.

21. Sinteza proteică poate apărea la celulele umane de-a lungul membranei mitocondriilor.

22. În timpul formării moleculelor de ARNm, se elimină părți de ARN nefolosit numite introni.

23. Un codon este o secvență de trei baze pe o moleculă de ARN de transfer.

24. Aminoacizii sunt aduşi la ribozomi de către moleculele de ARN mesager pentru a se lega de proteine.

25. Moleculele de ARN o dată ce au fost folosite, sunt degradate, iar nucleotidele lor se întorc în nucleu.

SECŢIUNEA D – Studiu de caz

Dora are leucemie granulocitară acută, un cancer al globulelor albe. Are un număr foarte mare de astfel de celule în sânge. În mod normal aceste celule luptă împotriva infecțiilor. Este de aşteptat sau nu ca Dora să fie mai susceptibilă la infecție, acum că are leucemie? De ce?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A – Completare

1. eucariote
2. fosfolipide
3. difuziune
4. osmoză
5. proteine
6. transport activ
7. pinocitoză
8. globulelor roşii
9. histone
10. nucleol
11. rugos
12. aparat Golgi
13. mitocondriile
14. microtubulii
15. exergonice
16. endergonice
17. enzime
18. -ază
19. adenozin trifosfatul (ATP)
20. creşte
21. riboză
22. nucleozomii
23. cromatină
24. mitoză
25. faza G_1
26. faza S
27. fus de diviziune
28. cromatide
29. centrioli
30. centromer
31. metafaza
32. telofază
33. citokineză
34. cod genetic
35. uracil
36. ribozomi
37. ARN mesager
38. aminoacizi
39. ADN-ului
40. codoni
41. pori nucleari
42. dublu helix
43. anticodon
44. ribozom
45. proteină
46. nucleu
47. aparatul Golgi
48. enzime
49. dormantă
50. introni

SECŢIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. B	11. C	16. A	21. C
2. A	7. C	12. A	17. A	22. A
3. C	8. C	13. D	18. C	23. B
4. B	9. B	14. D	19. D	24. C
5. D	10. B	15. D	20. D	25. A

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. A
2. A
3. difuziune
4. A
5. izotonă
6. proteine
7. A
8. endocitoză
9. membrane fosfolipidice
10. ribozomi
11. aparatul Golgi
12. citoscheletului
13. A
14. catabolism
15. –ază
16. urmează
17. A
18. centrioli
19. anafază
20. nucleotide
21. reticulului endoplasmatic rugos
22. A
23. mesager
24. de transfer
25. A

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Dora va fi mult mai susceptibilă la infecții. Celulele canceroase nu funcționează normal, așa că numărul mare de globule albe nu o poate ajuta să lupte împotriva infecțiilor.



4

Țesuturile

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie țesuturile prezente în organismul uman. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți toate tipurile de țesuturi pe baza caracteristicilor și funcției lor;
- descrieți glandele exocrine și endocrine;
- faceți distincția între tipurile de membrane;
- identificați celulele ce apar în diverse țesuturi;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Țesuturile sunt grupări de celule care au caracteristici similare şi îndeplinesc funcţii asemănătoare. În organismul uman se găsesc patru tipuri fundamentale de țesuturi: țesutul epitelial (epiteliul), țesutul conjunctiv, țesutul muscular şi țesutul nervos.

Țesutul epitelial, sau **epiteliul**, acoperă suprafața corpului, căptuşeşte cavitățile din interiorul acestuia şi alcătuieşte cele mai importante porțiuni ale glandelor. Unele țesuturi epiteliale sunt adaptate pentru absorbția de nutrimente, pe când altele sintetizează şi eliberează diverse secreții.

Țesuturile conjunctive reprezintă un grup variat de țesuturi alcătuite din celule dispuse într-o rețea de fibre, numită **matrice**. Materialul ce înconjoară celulele din matrice se numeşte **substanță fundamentală**. Aceasta poate fi dură şi inflexibilă ca în țesutul osos, solidă, dar cu o oarecare flexibilitate precum în țesutul cartilaginos, sau moale şi flexibilă ca în țesutul adipos. În anumite cazuri, spre exemplu sângele, substanța fundamentală este lichidă, iar țesutul conjunctiv nu dispune de suport solid. Țesuturile conjunctive au rol de suport şi protecție a organismului. Ele pot, de asemenea, transporta şi depozita diverse substanțe.

Țesuturile musculare sunt asociate cu mişcările corpului. Structura celulelor din aceste tipuri de țesuturi le permite să se contracte, iar prin aceasta ele contribuie la pomparea sângelui, mobilitatea diverselor părți ale corpului sau propulsarea hranei de-a lungul tractului gastrointestinal.

Țesutul nervos este compus din celule adaptate pentru recepționarea şi transmiterea de semnale, răspunsul la stimuli şi coordonarea activităților conştiente şi inconştiente. Țesutul nervos este principalul component al sistemului nervos central şi periferic (Tabelul 4.1).

TABELUL 4.1 ȚESUTURILE UMANE ȘI FUNCȚIILE LOR

Țesutul	Funcția
Epitelial	Protecție și suport; acoperă și căptușește organe
Conjunctiv	Unește diverse zone specializate ale organismului
• Osul	Suport
• Cartilajul	Flexibilitate, amortizarea șocurilor
• Țesutul conjunctiv fibros	Conectează mușchii de oase și oasele între ele
• Sângele	Transportă oxigen, nutrimente, reziduuri, anticorpi, hormoni
• Țesutul adipos	Depozitează grăsime, amortizează șocurile
Muscular	Se contractă pentru a facilita mișcările organismului sau mișcările diverselor sale componente
Nervos	Conduce impulsuri electrice între diversele părți ale organismului și între mediul extern și organism

ȚESUTUL EPITELIAL

Țesutul epitelial este localizat la suprafața corpului, unde constituie o componentă a pielii, şi căptuşeşte diferite structuri precum cavitatea orală, nasul şi alte cavități. Acest țesut căptuşeşte şi căile respiratorii, reproducătoare şi urinare. De asemenea, toate vasele

sanguine sunt căptușite cu un epiteliu. Celulele ce compun țesuturile epiteliale se divid prin mitoză şi, de obicei, una din suprafețele epiteliilor vine în contact direct cu aerul sau cu diverse fluide, ceea ce permite celulelor să controleze mişcarea moleculelor dintr-o parte în alta a epiteliului.

Țesutul epitelial nu este vascularizat. În schimb, el este hrănit cu substanțe nutritive provenite din vasele sanguine din țesutul conjunctiv subiacent. Țesutul epitelial este ancorat de țesutul conjunctiv prin intermediul unei **membrane bazale**, alcătuite din materiale ce nu intră în componența celulelor (non-celulare). Membrana bazală este compusă din glicoproteine (molecule proteice cuplate cu molecule glucidice) secretate de celulele epiteliale. O altă componentă a membranei bazale este reprezentată de o rețea de fibre de colagen aparținând țesutului conjunctiv.

DE REȚINUT
Țesuturile epiteliale acoperă și căptușesc alte structuri.

JONCȚIUNILE CELULARE

Celulele epiteliale sunt de obicei strâns unite între ele prin intermediul unor joncțiuni strânse și aderențiale. **Joncțiunile strânse** se dispun de jur împrejurul celulelor legându-le strâns de celulele învecinate (Figura 4.1). O astfel de joncțiune se formează în urma alipirii membranelor celulelor adiacente prin cuplarea unor lipoproteine între ele în spațiul intercelular, care devine foarte redus.

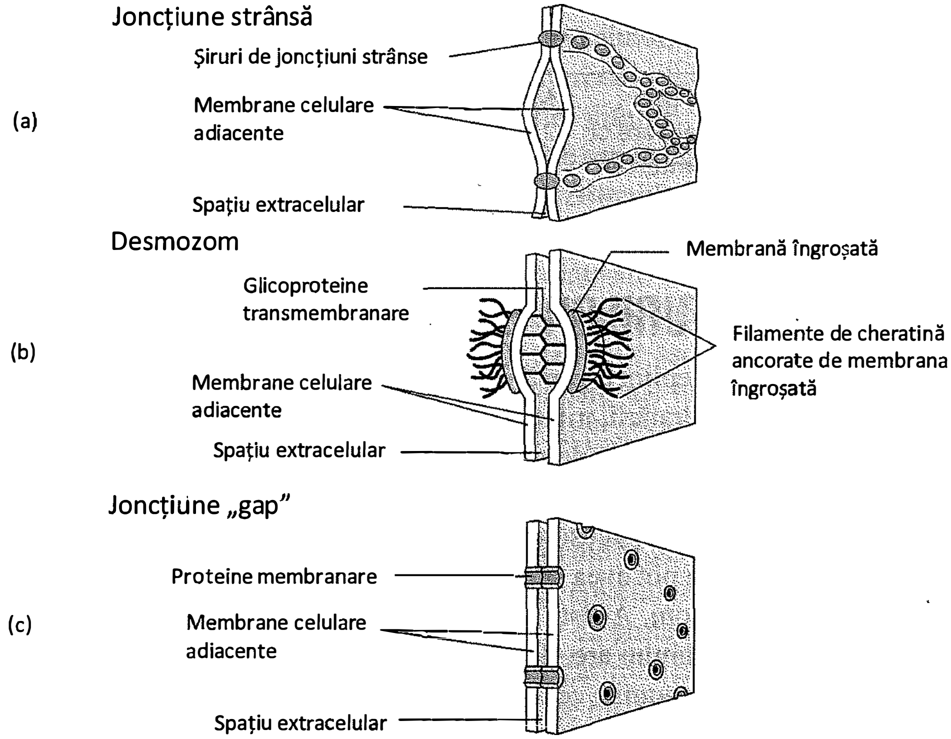


FIGURA 4.1 Trei tipuri de joncțiuni ce pot fi întâlnite în țesuturile umane. (a) Joncțiunile strânse asigură fixarea celulelor între ele și prezintă porțiuni de fuziune a membranelor celulare. (b) Desmozomii sunt joncțiuni punctiforme între celule, ce prezintă filamente de cheratină cu rol de ancorare a celulelor. (c) Joncțiunile de tip „gap” au mici canale pentru a permite schimburile de ioni și diverse molecule. Astfel de joncțiuni se găsesc în țesutul muscular neted și în cel cardiac.

În cazul **desmozomilor**, între membranele celulare alăturate apare un mic spațiu (de dimensiuni electronomicroscopice), iar fibrilele intracelulare de cheratină ancorează glicoproteinele transmembranare care unesc celulele între ele. Desmozomii sunt **joncțiuni aderențiale.**

Un alt tip de joncțiune îl reprezintă **joncțiunea „gap" (comunicantă)**. În cadrul acestui tip de joncțiune, între celule există căi de trecere tubulare, și canale ce permit trecerea ionilor și moleculelor dintr-o celulă în alta. Aceste joncțiuni apar în țesutul muscular neted și în cel cardiac, dar nu și în țesuturile epiteliale (Tabelul 4.2).

TABELUL 4.2 PREZENTARE COMPARATIVĂ A CELOR TREI TIPURI DE JONCȚIUNI INTERCELULARE

Denumire	Specializări caracteristice ale membranei celulare	Mărimea spațiului intercelular	Funcție
Joncțiuni strânse	Benzi de proteine ce izolează porțiuni ale membranei celulare	Spațiul intercelular dispare în zonele în care membranele celulare sunt lipite	Formează o barieră ce împiedică trecerea substanțelor printre celule
Joncțiuni aderențiale	Structuri interconectate ce unesc membranele celulare adiacente	Normală 24 nm	Cuplează strâns celulele între ele
Joncțiuni de tip „gap"	Canale sau pori prin membranele celulare ce străbat spațiul intercelular	Mult redusă 2 nm	Facilitează comunicarea electrică între celule și permit trecerea ionilor și a moleculelor

FUNCȚIILE ȚESUTURILOR EPITELIALE

Țesuturile epiteliale pot îndeplini o gamă variată de funcții, ce includ protecția țesuturilor subiacente împotriva deshidratării, iritațiilor mecanice, substanțelor toxice sau traumelor.

O altă funcție este reprezentată de absorbția gazelor sau a nutrimentelor, cum se întâmplă în plămâni sau în sistemul digestiv. Un al treilea tip de funcții cuprinde transportul nutrimentelor, fluidelor, al mucusului sau al diverselor tipuri de particule.

Țesuturile epiteliale mai pot avea și funcție de secreție, ele producând, spre exemplu, enzime, sudoare sau hormoni. Aceste substanțe sunt produse de așa-numitele **epitelii glandulare**. Epiteliul rinichiului are, de asemenea, un rol în excreția produșilor reziduali. Pe lângă toate acestea, anumite celule epiteliale sunt specializate în recepția senzorială; astfel de celule se regăsesc în structura urechii și a mugurilor gustativi.

TIPURI DE ȚESUTURI EPITELIALE

În organismul uman există numeroase tipuri de țesuturi epiteliale. Celulele ce alcătuiesc aceste țesuturi pot fi plate (turtite), cubice sau cilindrice. Celulele plate sunt denumite

celule pavimentoase, iar cele **cubice** și cele **cilindrice** sunt denumite ca atare (Figura 4.2). Vom întâlni aceste tipuri celulare în diferite țesuturi epiteliale.

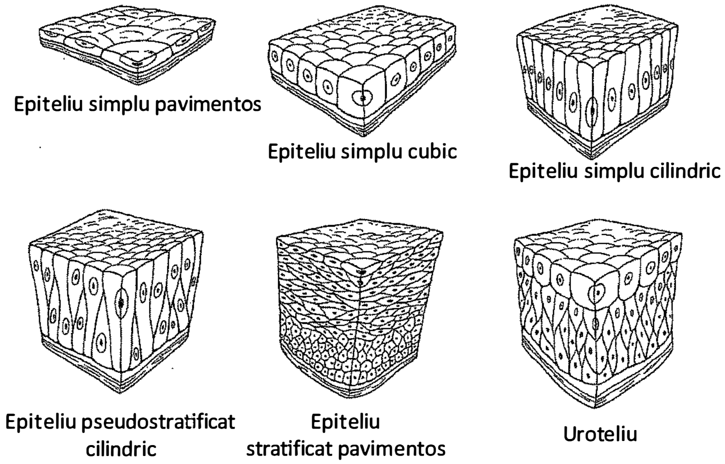


FIGURA 4.2 Diferite tipuri de țesuturi epiteliale. Aceste țesuturi se găsesc în structura diferitelor organe ale corpului uman.

Unele țesuturi epiteliale conțin un singur strat de celule, fiind denumite **epitelii simple**. Altele prezintă două sau mai multe straturi de celule și se numesc **epitelii stratificate**. Un epiteliu care pare să aibă mai multe straturi de celule dar care, în realitate, este alcătuit dintr-un singur rând de celule cu înălțimi diferite, se numește **epiteliu pseudostratificat**. În acest tip de epiteliu, toate celulele vin în contact cu membrana bazală. Un alt tip de epiteliu este **uroteliul (epiteliul tranzițional)**, ale cărui celule își modifică forma ca reacție la distensie.

Epiteliul simplu pavimentos este alcătuit dintr-un singur strat de celule turtite. Acest tip de epiteliu căptușește vasele de sânge și pe cele limfatice (unde are denumirea de **endoteliu**) și cavitățile interne (**mezoteliu**); apare, de asemenea, în canalele de mici dimensiuni din majoritatea glandelor, în anumite părți ale tubilor renali și în porțiunile terminale ale sistemului respirator. Principalele funcții ale epiteliului simplu pavimentos sunt protecția și absorbția.

Epiteliul simplu cubic este compus dintr-un strat de celule de formă cubică având nucleul dispus central. Acest țesut epitelial apare în multe glande, dar alcătuiește și epiteliul pigmentar al retinei. Alte localizări ale acestui epiteliu sunt: suprafața ovarului, fața anterioară a cristalinului. Acest epiteliu are funcție de protecție și secreție.

Epiteliul simplu cilindric căptușește tractul gastrointestinal și apare și la nivelul trompelor uterine și al uterului, în unele porțiuni ale tractului respirator și în multe glande. Acest țesut este compus dintr-un strat de celule înalte, cu nucleii localizați în porțiunea bazală. Acest tip de epiteliu are funcție de protecție, secreție și absorbție. În epiteliul simplu cilindric al tractului digestiv apar și glande unicelulare sub formă de **celule caliciforme** ce secretă mucus.

Epiteliul pseudostratificat cilindric căptușește traheea și arborele bronșic superior, precum și porțiuni din ductele (canalele) sistemului reproducător și ale uretrei masculi-

ne. Funcțiile acestui țesut sunt protecția și secreția, iar din punct de vedere structural este alcătuit dintr-un singur strat de celule.

Epiteliul stratificat pavimentos conține celule cubo-cilindrice la bază, cubice în stratul intermediar și pavimentoase la suprafață. Epidermul pielii este alcătuit din acest tip de țesut. Straturile superficiale ale țesutului epitelial stratificat pavimentos sunt uneori îmbibate cu o proteină dură, cheratina. Toate deschiderile organismului către exterior, precum gura, anusul, orificiile uretrei, ale urechilor și vaginul sunt tapetate cu epiteliu stratificat pavimentos. Funcția primordială a acestui epiteliu este protecția.

Canalele glandelor sudoripare sunt căptușite cu **epiteliu stratificat cubic**. Acest tip de epiteliu mai apare și în tubii testiculari și în foliculii ovarieni, este alcătuit din mai multe straturi de celule cubice, iar funcția lui principală este protecția.

Epiteliul stratificat cilindric este alcătuit din mai multe straturi de celule înalte. Este un țesut rar întâlnit în organism, apărând în uretra masculină, unde are rol de protecție.

Uroteliul (**epiteliul tranzițional**) tapetează ureterele și vezica urinară. Atunci când vezica urinară este relaxată, acest epiteliu poate prezenta 6-7 straturi de celule rotunjite, pe când în stare de distensie vezicală, aceste celule se aplatizează. Principala funcție a acestui țesut este protecția (Tabelul 4.3).

DE REȚINUT
Epiteliile stratificate au mai multe straturi de celule. Epiteliile simple și cel pseudostratificat sunt unistratificate.

TIPURI DE GLANDE

Pe lângă funcțiile de protecție și absorbție, epiteliile pot avea și o importantă funcție secretorie atunci când sunt organizate sub formă de glande. Epiteliul specializat secretor al glandelor se mai numește și **epiteliu glandular**.

Glandele sunt clasificate ca endocrine și exocrine. **Glandele endocrine** secretă substanțe chimice cu rol reglator, numite hormoni, direct în fluxul sanguin, pe când **glandele exocrine** secretă enzime și alți produși prin intermediul unor canale. Ca atare, glandele endocrine sunt deseori denumite **glande fără canal (duct) excretor**, sau **glande cu secreție internă**, iar cele exocrine, **glande cu canal (duct) excretor**, sau **glande cu secreție externă**.

DE REȚINUT
Glandele endocrine secretă hormoni în sânge. Glandele exocrine își eliberează secreția prin intermediul unor canale.

Glandele exocrine sunt clasificate în funcție de numărul de celule care le alcătuiesc. **Glandele unicelulare** sunt alcătuite dintr-o singură celulă, iar cele pluricelulare din mai multe (Tabelul 4.4). Exemplul tipic de glandă unicelulară este celula caliciformă. Aceasta apare printre celulele epiteliale din tractul digestiv, secretând mucus. **Glandele pluricelulare** sunt alcătuite dintr-o multitudine de celule. O glandă pluricelulară este considerată **simplă** dacă ductul ei nu este ramificat. Glandele pluricelulare simple se clasifică în **tubulare**, dacă porțiunea secretorie are forma unui tub drept, **tubulare încolăcite**, dacă acest tub este răsucit, **tubulare ramificate**, dacă porțiunea secretorie tubulară prezintă ramificații, și **acinoase ramificate**, dacă porțiunea secretorie este formată din mai mulți acini (săculeți) situați de-a lungul unui canal secretor (Figura 4.3). Dacă o glandă prezintă un canal de excreție ramificat, ea va fi numită **compusă**. În plus, glandele pluricelulare

compuse se mai clasifică în: **tubulare**, dacă au formă de tuburi ramificate, **acinoase**, dacă au formă de acini, şi **tubulo-acinoase**, dacă prezintă ambele structuri.

TABELUL 4.3 CARACTERISTICILE ȚESUTURILOR EPITELIALE

Țesut epitelial	Localizare	Funcții
Simplu pavimentos	Peretele vaselor sanguine, a cavităților interne, o parte din tubii renali	Protecție, absorbție
Simplu cubic	Porțiunea secretoare și ductele unor glande, o parte din tubii renali	Secreție, protecție
Simplu cilindric	Peretele tractului gastrointestinal, ductele unor glande	Absorbție, protecție, secreție
Pseudostratificat cilindric	Peretele traheei, a arborelui bronșic superior, anumite părți ale sistemului reproducător masculin	Protecție, secreție
Stratificat pavimentos	Epiderm, cavitatea orală, peretele esofagului, al vaginului	Protecție, secreție, absorbție limitată
Stratificat cubic	Canalele glandelor sudoripare	Protecție
Stratificat cilindric	Căptușește o parte a uretrei masculine	Protecție
Uroteliu (tranzițional)	Peretele ureterelor și al vezicii urinare	Protecție

Glandele exocrine pot fi clasificate şi în funcție de tipul de secreție produsă. De exemplu, **glandele cu secreție mucoasă** produc mucus, o secreție vâscoasă compusă din polizaharide şi proteine. Mucusul este produs de către celulele caliciforme, dar şi de către alte celule epiteliale din tractul respirator, digestiv şi reproducător. **Glandele cu secreție seroasă**, al doilea tip de glande exocrine, produc un material proteic apos, care conține de obicei enzime. În anumite cazuri, o glandă exocrină poate avea atât secreție mucoasă cât şi secreție seroasă, numindu-se **glandă seromucoasă**. Un exemplu tipic de astfel de glandă îl reprezintă glandele salivare.

După tipul de activitate, glandele exocrine se clasifică în glande merocrine şi glande holocrine. Celulele **glandelor merocrine** rămân intacte în timpul secreției, cum se întâmplă în glandele sudoripare şi în cele salivare. **Glandele apocrine** sunt un tip de glande merocrine ale căror celule îşi eliberează secreția prin exocitoză, rămânând intacte. Glandele ceruminoase, mamare şi unele tipuri de glande sudoripare sunt exemple de glande apocrine (Capitolul 5). **Glandele holocrine** conțin celule care se dezintegrează pentru a-şi elibera secreția (Figura 4.4). Acest tip de secreție se numeşte secreție holocrină, iar un exemplu de astfel de glande sunt glandele sebacee din piele.

TABELUL 4.4 COMPARAȚIE ÎNTRE GLANDELE EXOCRINE

Glanda	Descriere	Exemple
Unicelulară	Compusă dintr-o singură celulă; secretă mucina, o glicoproteină ce se combină cu apa, formând mucusul	Celula caliciformă este unicul exemplu din organismul uman
Pluricelulară (simplă)	Alcătuită din mai multe celule; canalul de excreție nu este ramificat	
• **Tubulară**	Unitatea secretoare este un tub drept care se deschide la suprafața epiteliului; nu are canal excretor	Glandele intestinale
• **Tubulară încolăcită**	Unitatea secretoare este un tub încolăcit; secreția este transportată la suprafață printr-un canal tubular neramificat	Glandele sudoripare
• **Tubulară ramificată**	Unitatea secretorie are formă de tub ramificat; canalul poate lipsi	Glandele gastrice, glandele uterine
• **Acinoasă ramificată** (alveolară)	Unitatea secretorie are formă de săculeț; de-a lungul unui canal sunt dispuși mai mulți acini	Glandele sebacee din piele
Pluricelulară (compusă)	Alcătuită din mai multe celule; canalul este ramificat	
• **Tubulară**	Unitatea secretorie este tubulară	Intestinul, testiculul
• **Acinoasă**	Unitatea secretorie are formă de săculeț	Glandele salivare (submandibulară, sublinguală)
• **Tubulo-acinoasă**	Unitatea secretorie este atât tubulară, cât și acinoasă	Pancreasul, glanda parotidă

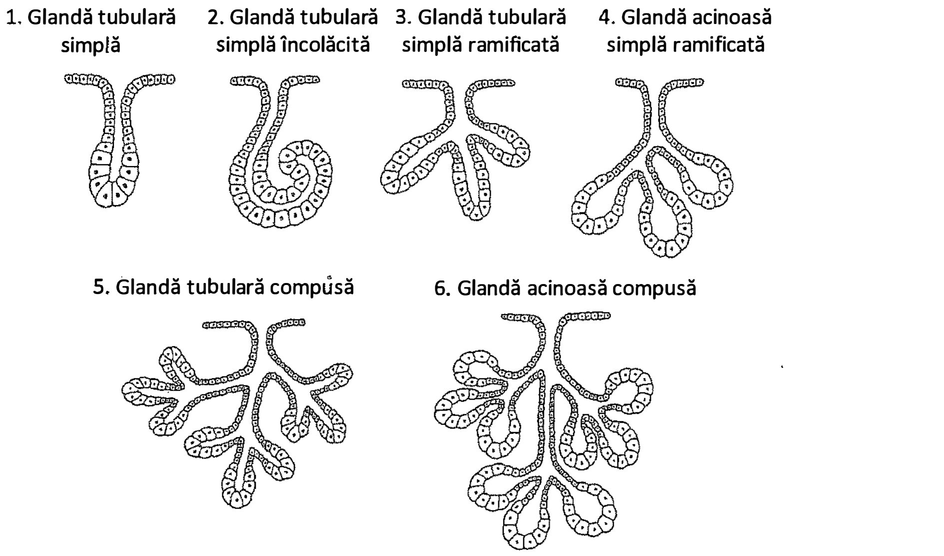


FIGURA 4.3 Diferitele tipuri de glande exocrine pluricelulare din organismul uman. Tipurile 1-4 sunt „simple", pentru că prezintă un canal neramificat. Tipurile 5 și 6 sunt „compuse", având canale ramificate. Glandele acinoase au formă de săculeț.

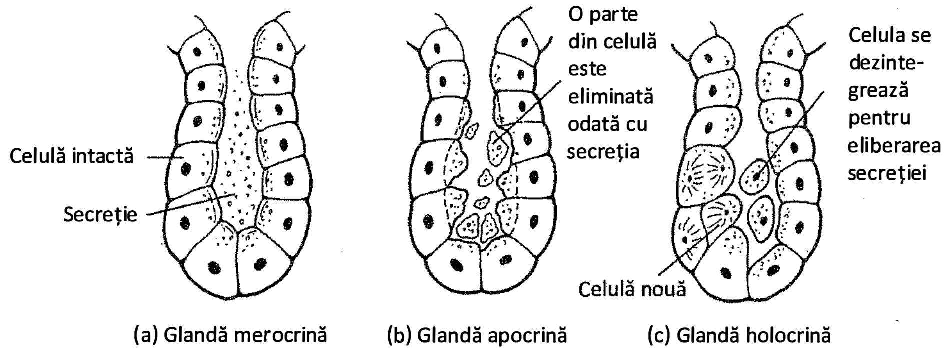


FIGURA 4.4 Trei tipuri de glande exocrine, clasificate după activitate: (a) glandele merocrine rămân intacte, secreția difuzând în afara celulei; (b) glandele apocrine sunt un tip de glande merocrine în care secreția este eliminată prin exocitoză; (c) glandele holocrine conțin celule ce se dezintegrează pentru a elibera produsul de secreție.

TIPURI DE MEMBRANE

În anumite locuri din organism apar structuri numite **membrane**, formate dintr-un epiteliu și țesutul conjunctiv subiacent. Membranele sunt umectate de un fluid mucos sau seros; ca urmare, există două tipuri de membrane: membrane mucoase și membrane seroase.

Membranele mucoase tapetează căile de acces către exteriorul organismului, precum căile respiratorii sau urinare. Aceste membrane au, de obicei, trei straturi: la suprafață se găsește un **epiteliu**, care poate fi simplu, pseudostratificat sau stratificat; sub el se află **lamina propria** sau **corionul**, un țesut conjunctiv care sprijină epiteliul și este bogat în vase de sânge; cel mai profund se situează **musculara mucoasei**, ce conține straturi circulare și longitudinale de mușchi neted. Membranele mucoase protejează organele și oferă lubrifiere diverselor suprafețe.

Membranele seroase căptușesc cavitățile și acoperă suprafața viscerelor. Ele includ pleura, pericardul și peritoneul. Deoarece sunt lubrifiate, permit mișcări fără fricțiune.

ȚESUTUL CONJUNCTIV

Țesutul conjunctiv are funcție de suport și leagă diverse alte tipuri de țesuturi între ele. Acest țesut este alcătuit în principal din substanțe intercelulare produse de celulele țesutului conjunctiv.

Există patru tipuri principale de țesut conjunctiv, clasificate după caracteristicile matricei (fibrelor) și ale substanței fundamentale. Primul tip este reprezentat de **țesutul conjunctiv propriu-zis**. Acest țesut conține diverse tipuri de fibre dispuse într-o substanță fundamentală semilichidă. Al doilea tip, **țesutul cartilaginos**, are o substanță fundamentală semidură (cartilajul) ce conține o matrice fibroasă. **Țesutul osos**, al treilea tip de țesut conjunctiv, are de asemenea o matrice fibroasă, însă această matrice, este deosebit

de dură. Al patrulea tip de țesut conjunctiv, **sângele**, conține o substanță fundamentală lichidă și este lipsit de matrice solidă, care poate însă apărea în urma coagulării.

Pe lângă rolul său de suport și cel de legătură, țesutul conjunctiv oferă o zonă de trecere pentru vase sanguine și nervi. De asemenea, servește ca mediu de schimb pentru nutrimente, gaze și produse reziduale între celule și capilare. Substanța fundamentală a țesutului conjunctiv reprezintă o barieră împotriva răspândirii microbilor, fiind locul în care se desfășoară procesele de apărare împotriva infecțiilor.

ȚESUTUL CONJUNCTIV PROPRIU-ZIS

Acest țesut conjunctiv are o substanță fundamentală semilichidă în care se regăsesc mai multe tipuri de fibre. În funcție de tipul și dispunerea acestora, se disting mai multe tipuri de țesut conjunctiv.

Primul tip este reprezentat de **țesutul conjunctiv lax**, cunoscut și sub numele de **țesut conjunctiv areolar**. Acest tip de țesut se găsește între piele și mușchi, și dedesubtul majorității epiteliilor. Acesta conține mai multe tipuri de celule dispuse într-o matrice alcătuită din fibre dispuse lax. Un exemplu de celulă întâlnită în țesutul conjunctiv lax este **fibroblastul**. Acesta sintetizează fibrele proteice ale țesutului, componenții substanței fundamentale, ca de exemplu mucopolizaharidele precum acidul hialuronic. O altă celulă întâlnită aici este **macrofagul**, care înglobează și distruge substanțele sau particulele străine din țesut, fiind astfel o celulă fagocitară. Tot în acest țesut se poate întâlni și **mastocitul**, care are granule citoplasmatice ce conțin printre altele histamină, o substanță ce are rol în reacțiile alergice și în inflamații. **Limfocitul**, care aparține globulelor albe sanguine, cu rol esențial în reacția imună, poate fi, de asemenea, găsit în țesutul conjunctiv lax.

Țesutul conjunctiv lax conține și fibre de colagen, elastice și de reticulină. **Fibrele de colagen** conțin proteina omonimă și au o mare rezistență la rupere, fiind și foarte flexibile. **Fibrele elastice** conțin o proteină numită **elastină**, care le permite să se întindă și să revină la forma inițială cu rapiditate. **Fibrele de reticulină** sunt fibre subțiri, delicate, de colagen, ce au rol de suport pentru alte celule, pentru capilare, fibre nervoase și musculare.

Al doilea tip de țesut conjunctiv propriu-zis este **țesutul conjunctiv dens** (Tabelul 4.5). Acest țesut prezintă aceleași componente întâlnite și în țesutul conjunctiv lax, însă fibrele elastice și cele de colagen sunt dispuse mai dens. Țesutul conjunctiv dens este denumit **ordonat** când fibrele de colagen sunt aranjate în fascicule paralele, și **neordonat** atunci când aceste fibre alcătuiesc fascicule cu traiecte aleatorii. Țesutul conjunctiv dens ordonat se întâlnește în tendoane, ligamente și **aponevroze** (un tip de tendoane late), iar cel neordonat acoperă mușchii, oasele și cartilajele și constituie capsule ce învelesc anumite organe.

Cel de-al treilea tip de țesut conjunctiv propriu-zis este **țesutul conjunctiv reticulat**. Acest tip de țesut conține fibre delicate ce formează o rețea numită reticul; această rețea

oferă suport celulelor în anumite organe precum splina, nodulul limfatic și ficatul. Fibrele sunt sintetizate de către celulele reticulare.

TABELUL 4.5 CARACTERISTICILE ȚESUTURILOR CONJUNCTIVE

Țesut conjunctiv	Localizări	Funcții
Țesut conjunctiv lax	Sub piele, între mușchi, sub majoritatea epiteliilor	Menține integritatea organelor, conține fluide tisulare
Țesutul conjunctiv dens	Tendoane și ligamente	Unește diverse organe
Țesutul conjunctiv reticulat	Între celulele ficatului, splinei și ale nodulului limfatic	Suport
Țesutul adipos	Sub piele, în jurul rinichilor, în spatele globilor oculari, pe suprafața inimii, pe suprafața mușchilor striați	Protecție, izolare, depozit de grăsime
Țesut conjunctiv elastic	Între vertebre adiacente, în peretele vaselor și al căilor aeriene	Capacitate de întindere
Țesutul conjunctiv pigmentar	În structura ochiului	Depozit de pigment
Cartilaj hialin	Extremitățile oaselor, nas, inelele din căile aeriene superioare (trahee, bronhii)	Suport, protecție, structură de susținere
Cartilaj elastic	Urechea externă, laringe	Suport, protecție, structură de susținere
Cartilaj fibros	Între componentele osoase ale coloanei vertebrale, ale centurii pelviene și ale genunchiului	Suport, protecție
Os	Oasele scheletului	Suport, protecție, structură de susținere

Al patrulea tip de țesut conjunctiv propriu-zis este **țesutul adipos** sau gras. În acest țesut, celulele adipoase acumulează picături de grăsime ce împing citoplasma și nucleul celulei înspre periferie, sub forma unei benzi subțiri. Acest fenomen îi conferă celulei o formă de inel. Țesutul adipos conține relativ puține fibre. Funcțiile acestui țesut sunt protecția mecanică, izolarea termică și depozitarea de grăsime, care reprezintă o rezervă utilă de energie.

Cel de-al cincilea tip de țesut conjunctiv propriu-zis este **țesutul conjunctiv elastic**. Acesta conține fibre elastice ramificate, dispuse în fascicule paralele sau sub formă de rețea, și fibroblaste așezate printre fibre. Țesutul conjunctiv elastic se găsește în ligamentele elastice, ca de exemplu cele aflate între vertebre, în corzile vocale și în pereții arterelor mari, inclusiv în aortă.

Ultimul tip de țesut conjunctiv propriu-zis este **țesutul conjunctiv pigmentar**, care poate fi găsit în componența unor structuri ale ochiului. Conține celule care depozitează pigmenți, de regulă melanină, un pigment de culoare închisă.

CARTILAJUL

Cartilajul este un tip de țesut conjunctiv rezistent la tensiune datorită fibrelor de colagen și altor componente aflate în substanța fundamentală. Fibrele sunt produse de celulele cartilaginoase, numite **condroblaste**. Aceste celule rămân la un moment dat înglobate în fibrele pe care le sintetizează și devin celule inactive, numite **condrocite**.

Substanța fundamentală a cartilajului este un amestec de consistență fermă, asemănătoare cu a cauciucului, compusă din proteine și proteoglicani (molecule proteice asociate cu molecule de carbohidrați). Cartilajul nu conține vase de sânge și, în majoritatea localizărilor din organism, este înlocuit treptat de os. Există trei tipuri de cartilaj: hialin, elastic și fibros (Figura 4.5).

Cartilajul hialin apare la extremitățile oaselor lungi, precum și la nivelul urechii externe, scheletului fetal, nasului, laringelui, traheei și bronhiilor. Este cel mai răspândit țesut cartilaginos din organism, fiind de asemenea și cel mai puțin rezistent. La examinarea microscopică se observă condrocitele, dispuse în spații denumite **lacune**.

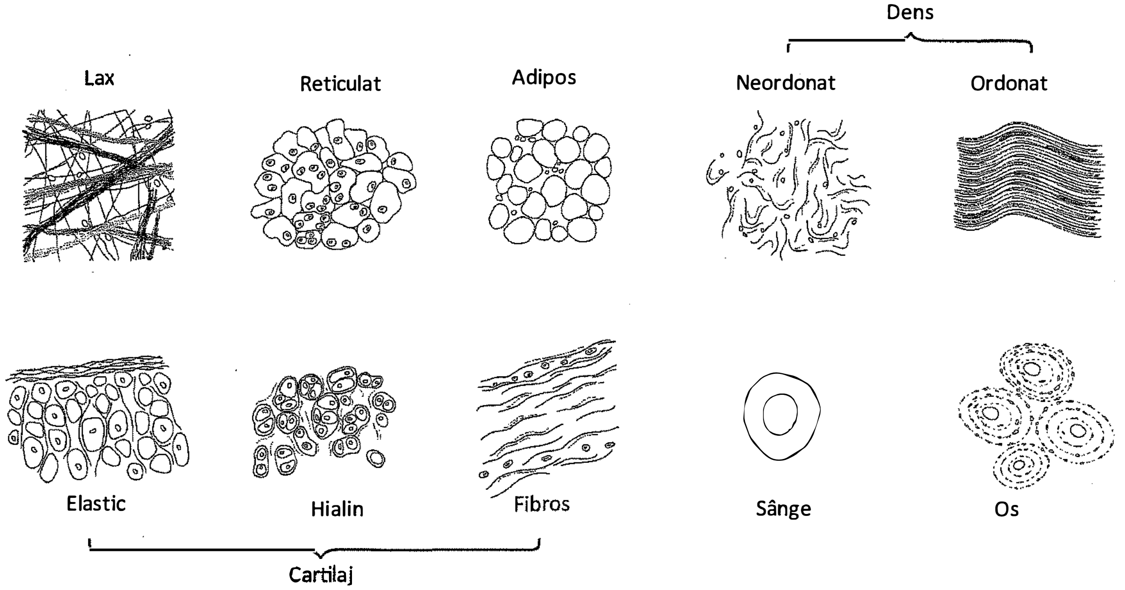


FIGURA 4.5 Diferitele tipuri de țesuturi conjunctive întâlnite în organismul uman. Ele diferă prin celulele pe care le conțin și prin substanța prezentă printre celule.

Al doilea tip de cartilaj, **cartilajul elastic**, conține fibre flexibile, întretăiate și ramificate. Acest țesut apare în epiglotă, urechea externă și trompa lui Eustachio. Se deosebește de cartilajul hialin prin prezența fibrelor elastice ramificate.

Cartilajul fibros este cel mai rezistent tip de cartilaj, conținând fibre dense de colagen și o cantitate limitată de substanță fundamentală. Se găsește la nivelul simfizei pubiene, oaselor craniene și la nivelul discurilor intervertebrale. Cartilajul fibros are o mare rezistență la tensiune și predomină în zonele din organism care trebuie să suporte greutăți. De asemenea, poate fi găsit în în zona de atașare a ligamentelor de oase. Fibrele de colagen sunt dispuse în fascicule subțiri, aproximativ paralele, conferindu-i acestui tip de țesut un aspect fibros granulos. Printre fibrele de colagen se află condrocite.

OSUL

Țesutul osos este cel mai dur țesut conjunctiv. Este alcătuit din celule, fibre de colagen și o substanță fundamentală densă, mineralizată, denumită os. Osul este mult mai rezistent decât cartilajul deoarece conține săruri anorganice de calciu și fosfați, care îi conferă duritate și capacitatea de a suporta greutăți. Pe lângă aceasta, celulele osoase dispun de o bogată rețea vasculară, spre deosebire de cele din cartilaj, care nu sunt vascularizate.

Celulele care pot fi întâlnite în acest țesut sunt osteoblastele, osteocitele și osteoclastele. **Osteoblastele** sintetizează componentele osului, apoi se transformă în celule mature, numite **osteocite**, localizate în lacune, prezente în matricea osoasă. **Osteoclastele**, cu ajutorul celorlalte celule, pot resorbi și remodela osul.

Substanța fundamentală este alcătuită în principal dintr-o substanță anorganică numită **hidroxiapatită**, constituită din fosfat de calciu. **Osul compact** (**dens**) se găsește la nivelul diafizei oaselor lungi. **Osul spongios** este alcătuit dintr-o rețea de lamele osoase subțiri denumite **trabecule** (**travee**). Acest tip de os conține măduva roșie osoasă, fiind înconjurat la exterior de os compact. El este localizat în epifizele oaselor lungi și în interiorul oaselor late.

Unitatea structurală de bază a osului compact, la adulți, este osteonul. Acesta, împreună cu alte structuri specifice osului, vor fi discutate în Capitolul 6.

SÂNGELE

Sângele este un tip aparte de țesut conjunctiv, din cauza faptului că substanța sa fundamentală este lichidă. Acest lichid nu este produs de către celulele sanguine, ci este preluat de organism din exterior, fiind suplimentat cu proteine sintetizate în principal de către ficat. Sângele servește drept mediu de transport pentru diverse nutrimente, gaze și produse reziduale de la și înspre celule, fiind și locul în care se desfășoară unele procese de apărare a organismului. Sângele va fi descris în detaliu în Capitolul 14.

ȚESUTUL MUSCULAR ȘI ȚESUTUL NERVOS

Cel de-al treilea tip major de țesut întâlnit în organismul uman este **țesutul muscular**. Acesta are capacitatea de a exercita forță și de a produce mișcare atunci când se contractă. Celulele țesutului muscular sunt alungite, ceea ce le facilitează funcția contractilă. Citoplasma acestor celule se mai numește și sarcoplasmă, organitele celulare având și ele denumiri specializate (Capitolul 8).

Țesutul muscular poate fi atașat de oase, caz în care este denumit **mușchi scheletic**. Acest tip de mușchi se află sub control nervos conștient, motiv pentru care se mai numește și **mușchi voluntar**. O altă denumire sub care poate fi întâlnit acest tip de mușchi este cea de **mușchi striat**, din cauza prezenței unor striații microscopice în citoplasma celulelor.

Un alt tip de mușchi ce poate fi întâlnit în organism este **mușchiul neted**, care nu este asociat cu scheletul, ci cu organele interne. Acest tip de mușchi poate fi întâlnit în pereții căilor respiratorii și urinare, ai vaselor de sânge și ai tractului digestiv. Numele

acestui mușchi reflectă lipsa striațiilor din citoplasma celulelor care-l alcătuiesc. Mușchiul neted nu necesită un control nervos voluntar pentru contracție, fiind astfel un **mușchi involuntar**.

Cel de-al treilea tip de mușchi este **mușchiul cardiac**. Deși este un mușchi striat, el nu se află sub control voluntar. Se găsește în peretele inimii. Celulele sale sunt unite între ele prin intermediul unor grupări specializate de joncțiuni comunicante („gap") denumite **discuri intercalare**.

Ultimul tip major de țesut întâlnit în organismul uman este **țesutul nervos**, care are funcții legate de comunicare. Acest țesut recepționează stimuli, transmite și interpretează impulsuri nervoase.

DE REȚINUT
Celulele mușchiului scheletic sunt striate și se află sub control voluntar. Celulele musculare netede nu au striații, însă cele cardiace au. Atât mușchiul neted cât și cel cardiac sunt mușchi involuntari.

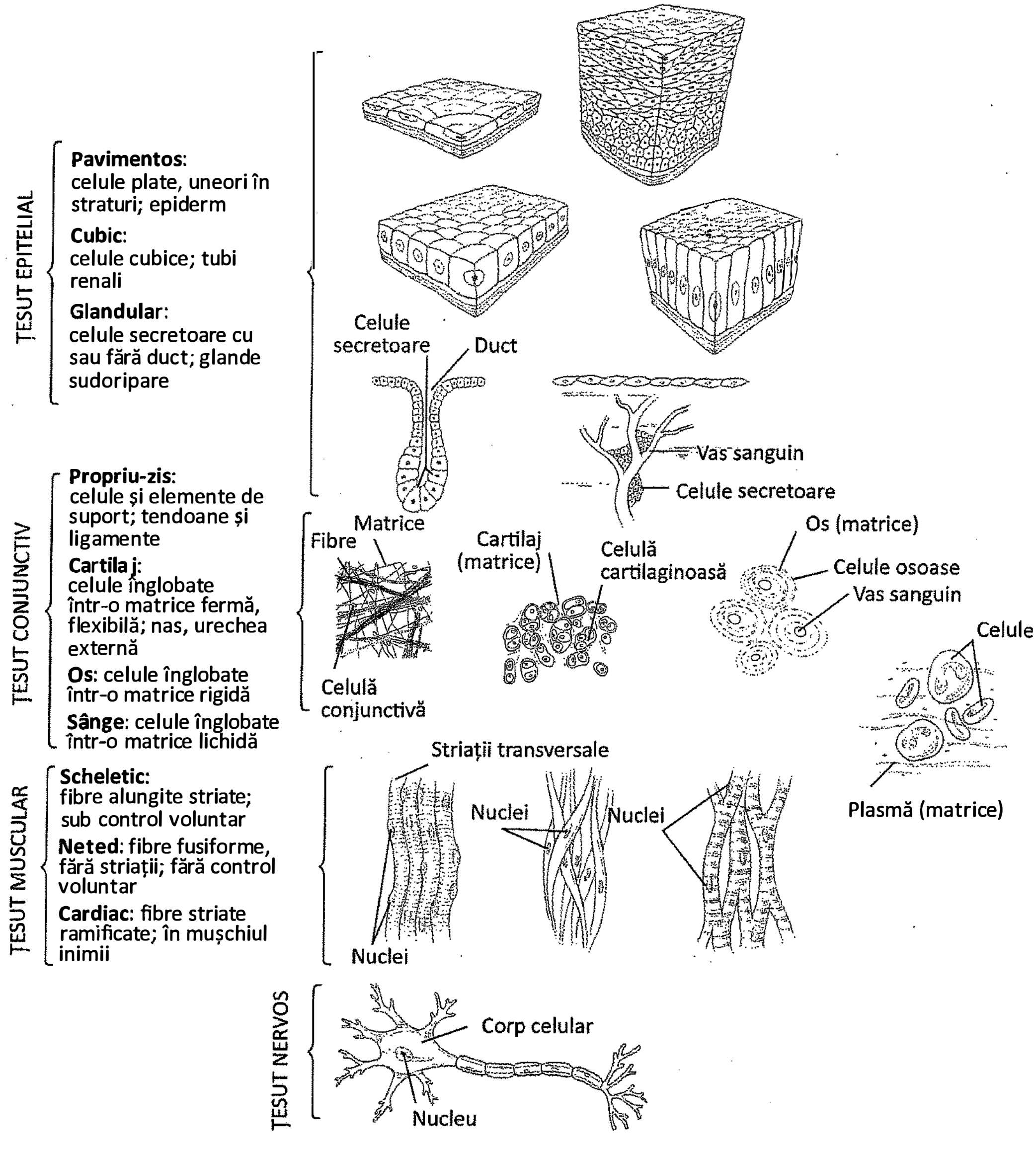
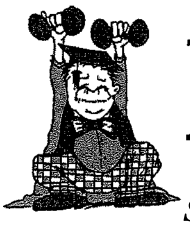


FIGURA 4.6 O recapitulare a diverselor tipuri de țesuturi prezente în organismul uman. Există patru tipuri principale de țesuturi, fiecare având mai multe subtipuri.

Țesutul nervos conține două tipuri principale de celule: celule de suport, numite **celule nevroglice**, și celule specializate în generarea și conducerea impulsurilor nervoase, numite **neuroni**. Neuronii au o formă aparte, cu numeroase prelungiri ce permit recepționarea și transmiterea stimulilor. **Neuronii senzitivi** recepționează impulsuri din mediul extern și le transmit către sistemul nervos central (encefal și măduva spinării), pe când **neuronii intercalari (neuronii de asociație)** interpretează stimulii și transmit răspunsul adecvat prin intermediul **neuronilor motori**. Neuronii motori transmit impulsuri către mușchi și glande, pentru a obține un răspuns adecvat. Anatomia și fiziologia țesutului nervos sunt descrise în Capitolul 10.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

***SECȚIUNEA A – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Țesutul care acoperă suprafața corpului, căptușește cavitățile interne și formează porțiunile cele mai importante ale multor glande se numește ____________________.
2. Matricea țesutului conjunctiv conține atât celule, cât și ____________________.
3. Cea mai importantă funcție a țesutului muscular în corpul uman este facilitarea ____________________.
4. Celulele țesutului nervos sunt special adaptate pentru a primi și transmite ____________________.
5. Celulele țesuturilor epiteliale se divid prin ____________________.
6. Țesutul epitelial este ancorat de țesutul conjunctiv de sub el prin intermediul ____________________.
7. Joncțiunile intercelulare formate prin fuziunea membranelor celulare adiacente, și care conțin proteine membranare interconectate, se numesc ____________________.
8. Pasajele tubulare dintre celulele alăturate, ce permit schimbul de ioni și molecule, se numesc ____________________.
9. Joncțiunile în care apare un spațiu inframicroscopic între membranele celulare adiacente și care conțin glicoproteine transmembranare ce leagă celulele între ele se numesc ____________________.

10. Celulele epiteliale ce produc substanțe precum enzimele, sudoarea sau hormonii se numesc ____________________.
11. Țesuturile epiteliale alcătuite dintr-un singur strat de celule se numesc ____________________.
12. În uroteliu (epiteliul tranzițional), celulele își schimbă forma ca răspuns la ____________________.
13. Atât endoteliul cât şi mezoteliul sunt tipuri de ____________________.
14. Epiteliul alcătuit dintr-un singur strat de celule înalte, cu nucleul localizat în apropierea bazei, se numeşte ____________________.
15. Epidermul pielii este alcătuit dintr-un epiteliu numit ____________________.
16. Principala funcție a epiteliului stratificat pavimentos este ____________________.
17. Ureterul și vezica urinară conţin un epiteliu numit ____________________.
18. Glandele ce secretă hormoni direct în sânge se numesc ____________________.
19. Glandele exocrine își elimină produșii de secreție în ____________________.
20. Celula caliciformă este o glandă exocrină ____________________.
21. Exemple de glande pluricelulare sunt: glandele salivare, glandele mamare, pancreasul și ____________________.
22. Materialul vâscos produs de celulele caliciforme din tractul digestiv și căile aeriene se numește ____________________.
23. O glandă cu secreție seroasă produce o substanță de consistență apoasă ce conține adesea ____________________.
24. Glandele ce își elimină produșii de secreție prin exocitoză sunt denumite ____________________.
25. Glandele în care celulele se dezintegrează pentru a-și elibera secreția se numesc ____________________.
26. Glandele ce au canale de excreție ramificate se numesc ____________________.
27. În anumite locuri din organism apar membrane alcătuite din epiteliu și ____________________.
28. În cazul unei membrane mucoase, țesutul conjunctiv ce susține epiteliul și conține vase de sânge se numește ____________________.
29. Pleura, pericardul și peritoneul sunt exemple de membrane ____________________.
30. Țesuturile conjunctive se clasifică în patru tipuri majore pe baza caracteristicilor substanței fundamentale și ale ____________________.

31. Fibrele proteice din țesutul conjunctiv lax sunt secretate de celule numite ____________________.

32. În țesutul conjunctiv lax, procesul prin care macrofagele înglobează și distrug substanțele străine se numește ____________________.

33. Fibrele de colagen delicate, subțiri, ce susțin capilarele, nervii și celulele musculare în țesutul conjunctiv lax se numesc ____________________.

34. Țesutul conjunctiv dens, ordonat conține fascicule paralele de fibre de colagen și se găsește în ligamente și ____________________.

35. Țesutul conjunctiv dens, neordonat, este alcătuit din fibre de colagen dispuse în fascicule cu direcție aleatoare și acoperă cartilajele, oasele și ____________________.

36. Țesutul gras este un tip de țesut conjunctiv propriu-zis, denumit și ____________________.

37. Ligamentele dintre vertebre, corzile vocale și pereții vaselor mari de sânge conțin un țesut conjunctiv numit ____________________.

38. Celulele ce produc cartilajul sunt ____________________.

39. Cartilajul conține un amestec dens, de consistența cauciucului, de proteoglicani și celule, denumite ____________________.

40. Cel mai puțin rezistent tip de cartilaj, localizat la nivelul epifizei oaselor lungi, în trahee, bronhii și urechea externă, este ____________________.

41. Epiglota, urechea externă și trompa lui Eustachio conțin un tip de cartilaj flexibil denumit ____________________.

42. Osul este mult mai rezistent decât cartilajul, mai ales pentru că matricea sa conține săruri de calciu și ____________________.

43. Hidroxiapatita se găsește preponderent în țesutul ____________________.

44. Componentele țesutului osos sunt sintetizate de către celule specializate numite ____________________.

45. La adulți, unitatea structurală de bază a osului compact este ____________________.

46. Substanța fundamentală este lichidă în țesutul numit ____________________.

47. Mușchiul scheletic este atașat de schelet; aflându-se sub control nervos conștient, se mai numește și ____________________.

48. Celulele mușchiului scheletic prezintă striații microscopice; de aceea, mușchiul scheletic mai este numit și ____________________.

49. Muşchiul aflat în structura inimii şi în peretele vaselor mari din imediata sa vecinătate este un tip special de muşchi numit ____________________.

50. Celulele nevroglice şi neuronii sunt cele două tipuri principale de celule din ____________________.

SECȚIUNEA B – ***Întrebări cu răspuns la alegere:*** *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Următoarele sunt funcții ale țesutului nervos, *cu excepția*
   A. coordonării activităților conştiente
   B. recepționării şi transmiterii semnalelor
   C asigurării suportului organismului
   D răspunsului la stimuli

2. Multe dintre glandele din organismul uman sunt alcătuite în principal din
   A. țesuturi musculare
   B. țesuturi epiteliale
   C. țesut sanguin
   D. țesut nervos

3. Următoarele sisteme sunt tapetate de țesut epitelial, *cu excepția*
   A. sistemului reproducător
   B. sistemului urinar
   C. sistemului respirator
   D. scheletului

4. Joncțiunile celulare care nu permit trecerea substanțelor printre celule se numesc
   A. desmozomi
   B. joncțiuni strânse
   C. joncțiuni comunicante
   D. joncțiuni macrofagice

5. Glicoproteinele transmembranare unesc celulele între ele, cu păstrarea unui spațiu de dimensiuni electronomicroscopice între membranele celulare adiacente, în
   A. desmozomi
   B. joncțiunile strânse
   C. joncțiunile conjunctive
   D. lamina propria

6. Una din funcțiile importante ale țesutului epitelial este
   A. transmiterea de impulsuri nervoase
   B. depozitarea grăsimilor
   C. susținerea greutăților
   D. absorbția gazelor sau a nutrimentelor

7. Epiteliul simplu pavimentos este alcătuit din
   A. un singur strat de celule înalte
   B. mai multe straturi de celule diferite
   C. un singur strat de celule plate
   D. câteva straturi de celule cubice

8. Epiteliul în care celulele își schimbă forma în urma distensiei mecanice se numește
   A. epiteliu tranzițional (uroteliu)
   B. epiteliu pseudostratificat
   C. epiteliu stratificat
   D. epiteliu cubic

9. Una din principalele localizări ale epiteliului stratificat pavimentos este
   A. zona medulară a rinichiului
   B. la nivelul trompelor uterine
   C. epidermul pielii
   D. țesutul nervos din encefal

10. Glandele exocrine sunt acele glande care
   A. produc hormoni
   B. își secretă produșii direct în sânge
   C. sunt numite și glande fără canal de excreție
   D. își elimină produsul de secreție prin canale

11. Glandele salivare, mamare și sudoripare sunt denumite generic
   A. glande caliciforme
   B. glande pluricelulare
   C. glande unicelulare
   D. glande endocrine

12. Secreția seroasă diferă de cea mucoasă prin faptul că
   A. este mai vâscoasă
   B. este mai apoasă
   C. nu conține enzime
   D. este produsă exclusiv de către celulele caliciforme

13. Glandele al căror produs de secreție este eliminat din celule prin exocitoză se numesc
   A. glande exocrine
   B. glande holocrine
   C. glande pluricelulare
   D. glande merocrine

14. Următoarele sunt straturi ale membranelor mucoase, *cu excepția*
   A. laminei propria
   B. epiteliului
   C. cartilajului
   D. muscularei mucoasei

15. Macrofagele, mastocitele și limfocitele pot fi întâlnite în
    A. sânge
    B. țesutul conjunctiv lax
    C. țesutul nervos
    D. țesutul conjunctiv dens

16. Fibrele de reticulină sunt fibre delicate de colagen, întâlnite în organe moi, unde oferă suport pentru
    A. celulele organului respectiv, fibrele nervoase, celulele musculare și capilare
    B. oase
    C. celulele sanguine
    D. citoscheletul celulelor

17. Tendoanele și ligamentele sunt rezistente pentru că sunt alcătuite din
    A. cartilaj hialin
    B. hidroxiapatită
    C. mușchi scheletic
    D. țesut conjunctiv dens ordonat

18. Celulele țesutului adipos apar microscopic sub forma unor
    A. celule cu numeroși nuclei
    B. celule cu nucleul și citoplasma dispuse la periferia celulei
    C. celule înconjurate de striații
    D. celule alungite cu mai multe prelungiri scurte și o prelungire unică lungă

19. Grăsimea depozitată în țesutul adipos este utilă
    A. în sinteza proteinelor
    B. în sinteza nucleilor
    C. ca sursă de energie
    D. ca sursă de minerale

20. Cel mai des întâlnit tip de cartilaj din organismul uman, ce intră în componența urechii externe, a nasului, traheei și a bronhiilor este
    A. cartilajul elastic
    B. cartilajul hialin
    C. cartilajul fibros
    D. cartilajul osos

21. Care din următoarele caracteristici se aplică în cazul cartilajelor?
    A. Substanța fundamentală este alcătuită preponderent din carbohidrați
    B. Există un singur tip de cartilaj în organismul uman
    C. Cartilajul nu prezintă vase de sânge
    D. Cartilajul nu este niciodată înlocuit de os

22. Substanța fundamentală a osului este alcătuită din hidroxiapatită, care este
    A. clorură de sodiu
    B. permanganat de potasiu
    C. clorură de bismut
    D. fosfat de calciu

23. Principalele celule formatoare de os sunt
    A. osteocitele
    B. osteoclastele
    C. osteoblastele
    D. osteofagele

24. Următoarele sunt funcții ale sângelui, *cu excepția*
    A. transportul produșilor reziduali ai celulelor
    B. este un loc de desfășurare al reacțiilor de apărare a organismului
    C. este locul în care sunt sintetizați carbohidrații
    D. transportul nutrienților și a gazelor către celule

25. Neuronii senzitivi
    A. primesc impulsuri și le transmit spre sistemul nervos central
    B. interpretează stimulii proveniți din mediul extern
    C. transportă impulsuri de la sistemul nervos central înspre mușchi
    D. stimulează secreția de hormoni ai glandelor endocrine

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Țesutul ce acoperă suprafața organismului se numește țesut conjunctiv.

2. Joncțiunile aderențiale sunt dispuse de jur împrejurul celulelor și sunt formate prin fuziunea membranelor celulare adiacente, cu întrepătrunderea proteinelor membranare.

3. Desmozomii sunt un tip de joncțiune intercelulară în care există un spațiu de dimensiuni electronomicroscopice între membranele celulare adiacente, iar glicoproteine transmembranare leagă celulele între ele.

4. Epiteliul simplu cubic poate fi întâlnit în epiteliul pigmentar al retinei, pe suprafața ovarului și în anumite părți din testicul.

5. Traheea și căile aeriene superioare, precum și anumite porțiuni din căile reproducătoare masculine, sunt căptușite cu un epiteliu stratificat pavimentos.

6. Epiteliul stratificat cubic prezintă mai multe straturi de celule cubice și poate fi întâlnit în tubii testiculari și în foliculii ovarieni.

7. Glandele exocrine își elimină produsul de secreție în sânge.

8. Materialul vâscos denumit mucus este constituit în principal din proteine și grăsime.

9. Glandele suprarenale produc atât mucus, cât și un lichid seros ce conține enzime, fiind așadar cunoscute sub numele de glande seromucoase.

10. Glandele merocrine își eliberează secreția prin dezintegrarea celulelor ce le compun.
11. Glandele cu ducte de excreție ramificate sunt denumite glande simple.
12. Membranele mucoase căptuşesc cavitățile interne ale corpului și acoperă organele interne din cavitatea toracică și abdomino-pelviană.
13. Pleura, pericardul și peritoneul sunt exemple de membrane seroase.
14. Celulele producătoare de matrice aflate în țesutul conjunctiv lax sunt osteoblastele.
15. Celulele fagocitare ce înglobează substanţe străine în țesuturile conjunctive se numesc macrofage.
16. Colagenul este un polizaharid ce alcătuiește fibrele flexibile și rezistente la tensiune, ce se află în țesutul conjunctiv lax.
17. Tendoanele late formate din țesut conjunctiv dens ordonat, se numesc ligamente.
18. Țesutul conjunctiv care conține fibre delicate, aranjate într-o rețea de suport pentru celulele organelor moi, precum ficatul sau splina, se numește țesut conjunctiv elastic.
19. Condroblastele sunt celule foarte răspândite în țesutul muscular neted.
20. Osul compact se găsește la nivelul diafizelor oaselor lungi.
21. Sângele este un țesut conjunctiv specializat, pentru că substanța sa fundamentală este lichidă.
22. Mușchii netezi se află sub control voluntar.
23. Discurile intercalare sunt un tip de joncțiuni specializate regăsite în mușchiul scheletic.
24. Celulele cu rol de suport, întâlnite în țesutul nervos, se numesc celule nevroglice.
25. Neuronii motori recepționează impulsuri din mediul extern și le conduc către sistemul nervos central.

SECŢIUNEA D – Studiu de caz

Bert are sindromul Marfan, o afecțiune genetică provocată de incapacitatea de a sintetiza proteine esențiale ce apar în țesutul conjunctiv elastic. Ca atare, țesutul conjunctiv elastic din corpul lui Bert se întinde mai mult decât cel normal, și nu este la fel de rezistent. Deși acest sindrom este asociat cu unele semne și simptome ce nu pun viața în pericol, precum membre lungi și încheieturi exagerat de mobile, el poate să producă și situații extrem de grave din cauza efectelor ce po să apară într-o altă zonă în care este prezent țesutul conjunctiv elastic. Care este locul în care acest sindrom poate produce efecte ce îi pot amenința viața lui Bert? Explicați de ce.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A - Completare

1. epiteliu
2. substanță fundamentală
3. mișcării
4. semnale
5. mitoză
6. membranei bazale
7. joncțiuni strânse
8. joncțiuni comunicante („gap”)
9. desmozomi
10. epitelii glandulare
11. epitelii simple
12. întindere
13. epitelii simple pavimentoase
14. epiteliu simplu cilindric
15. epiteliu stratificat pavimentos
16. protecția / de protecție
17. epiteliu tranzițional (uroteliu)
18. glande endocrine
19. canale / ducte
20. unicelulară
21. glandele sudoripare
22. mucus
23. enzime
24. glande merocrine
25. glande holocrine
26. glande compuse
27. țesut conjunctiv
28. lamina proprie (corion)
29. seroase
30. matricei
31. fibroblaste
32. fagocitoză
33. fibre de reticulină
34. tendoane
35. mușchii
36. țesut adipos
37. țesut conjunctiv elastic
38. condroblastele
39. condrocite
40. cartilajul hialin
41. cartilaj elastic
42. fosfați
43. osos
44. osteoblaste
45. osteonul
46. sânge
47. mușchi voluntar
48. mușchi striat
49. mușchi cardiac
50. țesutul nervos

SECȚIUNEA B - Întrebări cu răspuns la alegere

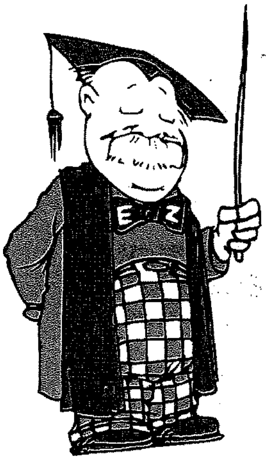
1. C
2. B
3. D
4. B
5. A
6. D
7. C
8. A
9. C
10. D
11. B
12. B
13. D
14. C
15. B
16. A
17. D
18. B
19. C
20. B
21. C
22. D
23. C
24. C
25. A

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. epitelial
2. strânse
3. A
4. A
5. pseudostratificat cilindric
6. A
7. canale / ducte
8. polizaharide
9. salivare
10. holocrine
11. compuse
12. seroase
13. A
14. fibroblastele
15. A
16. o proteină
17. aponevroze
18. reticulat
19. cartilaj
20. A
21. A
22. involuntar
23. cardiac
24. A
25. senzitiv

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Aorta, cea mai mare dintre artere, prezintă țesut conjunctiv elastic în componența peretelui. Deoarece peretele aortei este slăbit în sindromul Marfan, el se poate rupe, putând duce la deces printr-o hemoragie internă masivă.



5

Sistemul tegumentar

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie pielea și anexele sale. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- identificați funcțiile pielii;
- faceți diferența între caracteristicile și funcțiile diferitelor zone ale pielii, inclusiv straturile epidermului și regiunile dermului;
- identificați anexele pielii;
- identificați caracteristicile firului de păr;
- caracterizați creșterea firului de păr și a unghiilor;
- deosebiți diferitele tipuri de glande ce se găsesc în piele;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Funcțiile și structurile pielii
- Anexele pielii
- Întrebări recapitulative

Sistemul tegumentar este alcătuit din piele și o serie de anexe precum părul, unghiile și anumite glande.

Pielea este cel mai important organ al sistemului tegumentar. Ea este, de asemenea, cel mai mare organ al corpului uman, greutatea ei constituind aproximativ 15% din greutatea totală a corpului. Ea reprezintă o barieră protectivă și autoregenerantă între organism și mediul extern.

PIELEA

Pielea îndeplinește numeroase funcții esențiale în organism. Aceste funcții sunt foarte variate.

FUNCȚIILE SISTEMULUI TEGUMENTAR

Sistemul tegumentar, în special pielea, îndeplinește funcții asociate cu menținerea homeostaziei și supraviețuirea organismului. Una din cele mai importante funcții este cea de **protecție**. Pielea protejează organismul împotriva pierderilor sau absorbției de lichide, precum și împotriva invaziei microorganismelor sau a altor factori iritanți mecanici și fizici.

Figura 5.1 prezintă o secțiune transversală prin piele. Funcția sa de protecție este exercitată prin formarea a trei bariere:

1. suprafața pielii alcătuiește o barieră fizică împotriva infecțiilor;
2. stratul extern al epidermului conține un strat impermeabil alcătuit dintr-o proteină denumită cheratină, care constituie o barieră împotriva substanțelor hidrosolubile;
3. membrana bazală a epidermului este o barieră mecanică pentru protecția structurilor situate sub el.

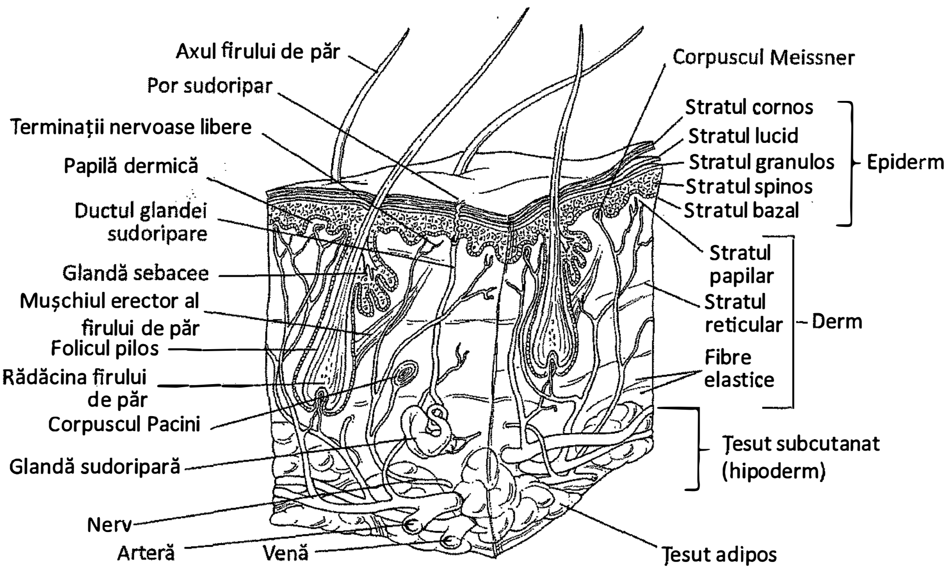


FIGURA 5.1 O privire de ansamblu asupra pielii și a stratului subcutanat.

O altă formă de protecție este asigurată de către **melanină**, un pigment ce protejează pielea împotriva razelor solare ultraviolete. Melanina este sintetizată de către celule specializate numite **melanocite**. Pielea este cu atât mai întunecată cu cât cantitatea de melanină prezentă e mai mare. Incapacitatea de a produce melanină are ca rezultat o afecțiune numită **albinism**.

O altă funcție a sistemului tegumentar este **reglarea temperaturii**, pielea permițând eliminarea căldurii prin evaporare, radiație, convecție și conducție (Capitolul 21). Căldura se pierde la suprafața pielii și prin transpirație. Pe de altă parte, pielea poate contribui și la conservarea temperaturii prin reducerea transpirației și constricția vaselor de sânge. Glandele aflate în piele excretă apă, substanțe lipidice și ioni precum cei de sodiu, sub forma transpirației.

Metabolismul este o altă funcție a pielii. În prezența razelor solare ultraviolete se sintetizează vitamina D din molecule precursoare ce se acumulează la nivelul pielii (Tabelul 5.1). Aceste molecule precursoare pot fi obținute și din lapte sau alte alimente. Finalizarea sintezei de vitamină D are loc în rinichi.

TABELUL 5.1 FUNCȚIILE CELE MAI IMPORTANTE ALE PIELII

- Protejează țesuturile subiacente
- Contribuie la reglarea temperaturii corpului
- Primește stimuli din mediul înconjurător
- Sintetizează vitamina D

Sistemul tegumentar poate, de asemenea, să **absoarbă** anumite substanțe aplicate pe piele, precum vitaminele liposolubile A, E și K. Glandele pielii eliberează și hormoni steroizi, care apoi sunt reabsorbiți de țesuturile tegumentare.

O ultimă funcție a sistemului tegumentar este reprezentată de **comunicare**. Stimulii proveniți din mediul înconjurător acționează asupra unor receptori tegumentari specializați, care transmit informația primită sistemului nervos central. Acești receptori detectează stimuli precum presiunea, durerea, atingerea și temperatura.

STRUCTURA PIELII

Cele două mari straturi ale pielii sunt **epidermul** și **dermul**. Limita dintre aceste straturi este ondulată (Figura 5.1). Epidermul este stratul extern, mai subțire, iar dermul se află la interior, fiind mai gros. **Joncțiunea derm-epiderm** este regiunea în care celulele epidermului se întâlnesc cu celulele țesutului conjunctiv al dermului. Sub derm se află un țesut subcutanat bogat în grăsime și țesut areolar. Acest strat este denumit **fascia superficială**, cunoscută ca și **hipoderm**. Acesta nu este parte a pielii ci aparține de țesuturile subiacente.

EPIDERMUL

Epidermul pielii este alcătuit din epiteliu stratificat pavimentos. Nu conține vase sanguine, iar celulele sunt strâns unite între ele. La nivelul **pielii subțiri**, care acoperă cea mai mare parte a corpului, epidermul prezintă patru straturi; în **pielea groasă**, ca de exemplu cea care acoperă palmele și tălpile, epidermul are cinci straturi.

Stratul profund al epidermului, situat pe membrana bazală, este **stratul bazal**, denumit și **strat germinativ**. Acesta este format dintr-un singur strat de celule în care au loc frecvent diviziuni celulare. Celulele nou formate în acest strat migrează în stratul următor pe măsură ce se maturează. Multe din celulele stratului bazal sunt **melanocite**, ce sintetizează melanina. Altele sunt **cheratinocite**, tipul predominant de celule din epiderm, care produc **cheratină** pentru a impermeabiliza epidermul. Un alt tip de celule întâlnite aici sunt **celulele Merkel**, care sunt sensibile la atingere. Aceste celule reprezintă un tip de receptor senzitiv, dar în derm se găsesc și alți receptori senzitivi. În stratul bazal se găsesc și **celule dendritice epidermice**, care aparțin sistemului imunitar.

DE REȚINUT
Stratul extern al pielii se numește epiderm și este alcătuit din epiteliu stratificat pavimentos. Acesta acoperă dermul, care constă din țesut conjunctiv. Sub derm se află hipodermul, care aparține de fapt țesuturilor subiacente.

Următorul strat al epidermului, localizat mai superficial, este **stratul spinos** (Figura 5.2). Acest strat este alcătuit din cheratinocite ce au un aspect spinos pe preparatele histologice. „Spinii" sunt, de fapt, punctele în care celulele aderă între ele prin intermediul **desmozomilor** (Capitolul 4). Cheratina este sintetizată în acest strat de către cheratinocite. În stratul spinos au loc mai puține diviziuni celulare decât în stratul bazal.

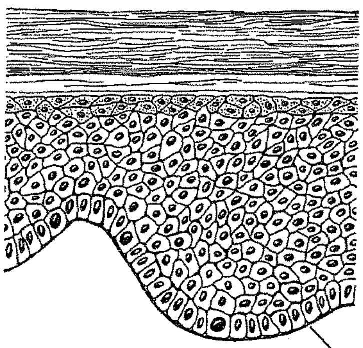


FIGURA 5.2 Straturile epidermului. Stratul lucid apare doar în zona palmelor și a tălpilor.

Următorul strat spre suprafață este **stratul granulos**. Acest strat este alcătuit din celule aplatizate, cu granule ce conțin o substanță numită **cheratohialin**, care este un produs preliminar în formarea cheratinei. Stratul granulos conține atât cheratohialin, cât și cheratină, în cantități mari. Celulele din acest strat sunt dispuse pe 3-5 rânduri și, pe măsură ce mor, sunt înlocuite de cheratină și cheratohialin.

Stratul de deasupra stratului granulos se numește **stratul lucid**, el apărând doar la nivelul pielii groase. Celulele din acest strat sunt strâns unite și au citoplasma clară, iar cheratinocitele pe care le conține sunt în general moarte și nu au nuclei. Ele conțin o substanță transparentă numită **eleidină**, care se formează din cheratohialin; eleidina se va transforma, în final, în cheratină.

Cel mai superficial strat al epidermului este **stratul cornos** (Tabelul 5.2). Acest strat este alcătuit din 25-30 de rânduri de celule pavimentoase moarte, care se descuamează încontinuu. Cheratina intracelulară, care la acest nivel înlocuiește aproape în to-

talitate citoplasma, impermeabilizează suprafața epiteliului, iar celulele formează o barieră împotriva infecțiilor și leziunilor mecanice. Cheratinocitele sunt unite între ele prin desmozomi, ceea ce conferă rezistență acestui strat.

Celulele din stratul cornos provin din celulele produse în stratul bazal. Pe măsură ce acestea se apropie de suprafața corpului, acumulează cheratină și mor. Astfel, celulele din epiderm sunt înlocuite de jos în sus. În epiderm nu se găsesc vase de sânge, dar sunt prezente câteva terminații nervoase. Îngroșarea stratului cornos apărută ca reacție la fricțiune se numește **hipercheratoză**; această îngroșare va duce la apariția calusului.

TABELUL 5.2 STRATURILE EPIDERMULUI

Strat	Caracteristici
Stratul bazal (germinativ)	Stratul cel mai profund; Un singur rând de celule cubice sau cilindrice; Este locul în care se produce regenerarea epiteliului; Conține singurele celule din epiderm care primesc nutrimente; Celulele se divid încontinuu și migrează spre suprafața corpului.
Stratul spinos	Multe cheratinocite cu aspect spinos; Puțină cheratină.
Stratul granulos	3-5 rânduri de celule aplatizate; Locul formării cheratohialinului și a cheratinei.
Stratul lucid	Apare doar în pielea groasă a palmelor și a tălpilor; Conține celule moarte clare și aplatizate; Celulele conțin eleidină.
Stratul cornos	Stratul cel mai superficial al epidermului; Conține 25-30 de rânduri de celule moarte, plate, ce conțin cheratină; Se descuamează și este încontinuu reînnoit.

Celulele din stratul bazal al epidermului primesc substanțe nutritive prin intermediul vaselor sanguine din derm. Deoarece receptorii senzitivi sunt localizați în derm, căldura, frigul, presiunea sau alți stimuli trebuie să străbată epidermul pentru a ajunge la ei. Cu toate acestea, receptorii pentru atingere (celulele Merkel) și cei pentru senzații dureroase se extind în epiderm și sunt stimulați mai ușor decât ceilalți receptori.

DERMUL

Cel de-al doilea strat important al pielii, **dermul**, comunică îndeaproape cu epidermul prin intermediul membranei bazale (Capitolul 4). În același timp, cele două straturi sunt unite și prin intermediul unor elemente fibroase specializate și al unor geluri polizaharidice. Aceste legături împiedică intrarea în derm a moleculelor de dimensiuni mari sau a microorganismelor. Dermul trimite înspre epiderm niște prelungiri, numite **papile dermice** și formează creste ce contribuie la ancorarea celor două straturi.

Dermul prezintă două straturi: stratul papilar și stratul reticular. **Stratul papilar** conține țesut conjunctiv lax, areolar, ce conține macrofage, vase de sânge, fibroblaste, receptori senzoriali și alte celule. Numărul de vase sanguine este ridicat, acest strat asigurând nutriția celulelor epidermului. **Stratul reticular** conține glande sebacee, celule

adipoase, glande sudoripare și vase sanguine cu diametru mai mare. Atât dermul papilar, cât și cel reticular, conțin receptori pentru durere, presiune, temperatură și receptori tactili. Stratul reticular conține și fibre conjunctive cu multiple traiectorii.

Pielea datorează o mare parte din rezistența sa mecanică dermului. Acesta protejează împotriva leziunilor și constituie un rezervor de apă și electroliți. Pe lângă acestea, în acest strat al pielii se găsesc foliculi piloși, glande sebacee, fibre musculare, receptori senzitivi și multe vase de sânge. Tabelul 5.3 prezintă, pe scurt, organele sistemului tegumentar.

DE REȚINUT
Dermul este bogat vascularizat și inervat, pe când epidermul nu dispune de vase sanguine și conține doar puține terminații nervoase.

Foliculii piloși au atașați mușchi netezi, numiți **mușchii erectori ai firului de păr**. Acești mușchi le permit firelor de păr să se așeze perpendicular pe piele în situații de stres și de frig intens.

TABELUL 5.3 ORGANELE SISTEMULUI TEGUMENTAR

Organul	Funcțiile principale
Epidermul	Protejează țesuturile de dedesubt
Dermul	Hrănește epidermul Conferă rezistență
Foliculul pilos • **Firul de păr** • **Glanda sebacee**	Produce firul de păr Rol senzitiv, oferă o protecție limitată capului și pielii Secretă lipide ce lubrifiază firul de păr
Glanda sudoripară	Produce transpirație în scopul răcirii prin evaporare
Unghia	Protejează și întărește vârful degetelor
Receptorii senzoriali	Furnizează senzațiile la atingere, presiune, temperatură și durere
Fascia superficială	Depozitează grăsime

ANEXELE PIELII

Câteva structuri specializate provin din piele, în special din epiderm. Aceste structuri, sau anexe ale pielii, au diverse funcții în organism.

FIRUL DE PĂR

Una din anexele importante ale pielii este reprezentată de **firele de păr** (Figura 5.3). Firele de păr se pot întâlni pe întreaga suprafață a corpului, cu excepția pleoapelor, palmelor, tălpilor și a buzelor, și au rol senzitiv și protector. Un **fir de păr** constă dintr-un **ax** ce se extinde în exteriorul pielii și o **rădăcină** aflată în interiorul unui folicul pilos. Un **folicul pilos** este alcătuit dintr-o grupare de celule epidermice care se extind în derm, formând o mică structură tubulară.

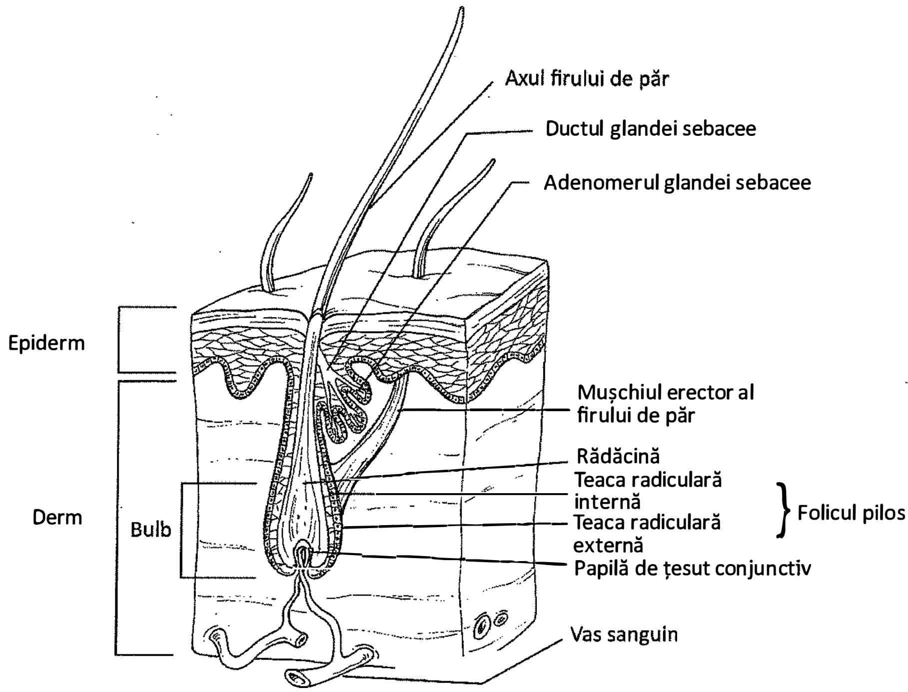


FIGURA 5.3 Reprezentarea schematică a structurilor asociate firului de păr.

DE REȚINUT
Foliculii piloși sunt derivate ale epidermului, prezente în derm.

La baza foliculului pilos se găsește o porțiune mai dilatată, numită **bulb**, în care pătrund țesut conjunctiv, vase de sânge și nervi, pentru a forma papila dermică. Această papilă furnizează substanțe nutritive firului de păr. Fiecare fir de păr este asociat cu o glandă sebacee, un mușchi erector al firului de păr și cu terminații nervoase.

Firul de păr rezultă din proliferarea celulelor din stratul bazal, prezente în bulb. Celulele nou formate le împing pe cele precedente de-a lungul foliculului, facilitând astfel creșterea firului de păr. Aceste celule se cheratinizează și mor, formând axul firului de păr. Vasele sanguine din papilă hrănesc celulele din stratul bazal. Axul firelor de păr se rupe în mod regulat, fiind înlocuit continuu în urma fenomenelor de creștere descrise mai sus, ce au loc în folicul. **Alopecia** este o afecțiune rezultată din creșterea deficitară sau absența firului de păr, provocată de factori genetici, leziuni ale scalpului, diverse boli, carențe alimentare, hormoni sau tratamente medicamentoase. Iritațiile pot reduce sau stimula creșterea firului de păr. Dacă iritația este însoțită de creșterea fluxului sanguin, creșterea părului va fi stimulată.

Formarea părului începe încă dinaintea nașterii, având drept rezultat fire de păr moi și foarte subțiri, denumite **lanugo**, ce apar pe pielea fătului. Majoritatea acestor fire dispar în perioada prenatală, fiind înlocuite după naștere cu fire mai rezistente, pigmentate. Firele de păr mai groase, ce apar la pubertate în zona axilară și cea pubiană, sunt denumite **pilozitate terminală**.

UNGHIILE

Unghiile sunt structuri cu rol de protecție aflate la nivelul degetelor de la mâini și de la picioare, formate prin multiplicarea celulelor aflate într-un pliu al epidermului, înfundat în derm. Aceste celule produc cheratină, ce se dispune sub forma unei plăci dispuse pe un pat unghial ce conține vase de sânge. La capătul proximal, unghia este parțial acoperită de către **cuticulă**. În apropierea cuticulei se află o zonă semicirculară de culoare albicioasă, **lunula** (Figura 5.4).

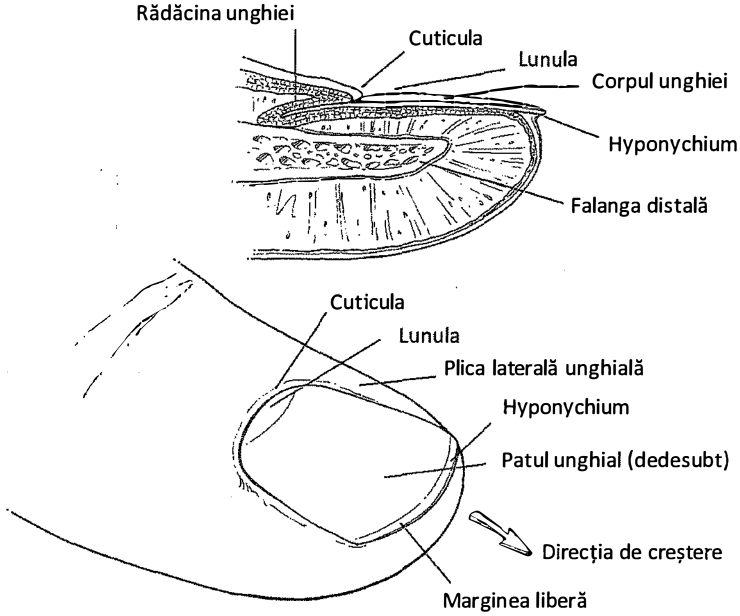


FIGURA 5.4 Structurile asociate unghiei unui deget.

Unghiile conțin proteine produse de către celulele aflate sub cuticulă, la baza unghiei. Înainte ca aceste celule să moară, ele acumulează cheratină, care va constitui unghia. Unghiile protejează și conferă rezistență structurală vârfurilor degetelor.

GLANDELE

Glandele prezente în piele se împart în două mari categorii: glande sudoripare și glande sebacee. **Glandele sudoripare** sunt cele mai numeroase, fiind clasificate în glande sudoripare eccrine și apocrine.

Glandele sudoripare eccrine sunt răspândite pe toată suprafața corpului. Ele produc transpirație (sudoare), care este eliminată prin intermediul unor ducte. Transpirația apoasă, transparentă, produsă de acest tip de glande este importantă pentru menținerea echilibrului termic. Și **glandele sudoripare apocrine** își eliberează secreția în ducte, însă în cursul acestui proces sunt eliminate și porțiuni din celulele secretoare, sub formă de vezicule. Aceste glande au dimensiuni mai mari, se găsesc predominant la nivelul zonelor axilare și inghinale și secretă o substanță albă, translucidă, odorată. Secreția aceasta reprezintă un bun mediu de cultură pentru diverse bacterii, care vor produce

substanțe cu un miros caracteristic. Glandele sudoripare apocrine sunt activate de stimuli sexuali și emoționali.

Alte două tipuri de glande apocrine cutanate, altele decât glandele sudoripare, sunt glandele ceruminoase și glandele mamare. **Glandele ceruminoase** sunt localizate în canalul auditiv, producând **cerumen**, sau ceară. Cerumenul, fiind vâscos, captează substanțele străine și microorganismele înainte ca acestea să progreseze către urechea internă. **Glandele mamare** sunt glande apocrine specializate, modificate în vederea secreției de lapte (Capitolul 23).

Al doilea tip major de glande, **glandele sebacee**, secretă o substanță numită **sebum**, de obicei în interiorul foliculului pilos. Sebumul conține în principal lipide și substanțe uleioase ce păstrează părul suplu și pielea moale și flexibilă, prevenind în același timp pierderile de apă în exces. Sebumul are și proprietăți antibacteriene.

Glandele sebacee sunt glande alveolare simple ramificate (Capitolul 4). Ele sunt clasificate și ca glande holocrine, pentru că secreția are loc prin dezintegrarea celulelor. Un exemplu de afecțiune a glandelor sebacee este acneea.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale pielii.

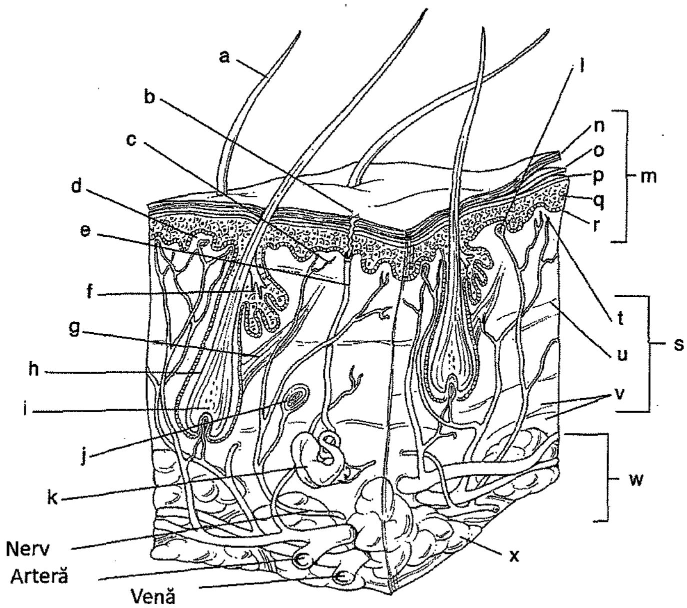


FIGURA 5.5

__ 1. Țesut adipos

__ 2. Mușchiul erector al firului de păr

__ 3. Papilă dermică

__ 4. Derm

__ 5. Ductul glandei sudoripare

__ 6. Fibre elastice

__ 7. Epiderm

__ 8. Terminații nervoase libere

__ 9. Folicul pilos

__10. Rădăcina firului de păr

__11. Axul firului de păr

__12. Corpusculul Meissner

__13. Corpusculul Pacini

__14. Stratul papilar al dermului

__15. Stratul reticular al dermului

__16. Glandă sebacee

__17. Stratul bazal

__18. Stratul cornos

__19. Stratul granulos

__20. Stratul lucid

__21. Stratul spinos

__22. Țesut subcutanat (hipoderm)

__23. Glandă sudoripară

__24. Por sudoripar

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Sistemul tegumentar este compus din piele și anexele sale, precum părul, unghiile și ________________.

2. Cel mai mare organ din corpul uman este _______________.
3. Pielea reprezintă aproximativ _______________% din greutatea corporală totală.
4. Pielea protejează organismul împotriva pierderilor lichidiene și servește ca barieră împotriva _______________.
5. Substanțele hidrosolubile nu pot pătrunde în organism, deoarece pielea conține o proteină impermeabilă denumită _______________.
6. La baza epidermului, o barieră de protecție este reprezentată de _______________.
7. Pigmentul care se formează în piele se numește _______________.
8. Pigmenții cutanați protejează organismul împotriva radiațiilor _______________.
9. Pigmenții cutanați sunt sintetizați de celule specializate numite _______________.
10. Când organismul nu poate produce melanină, afecțiunea care apare se numește _______________.
11. Căldura se pierde la suprafața corpului prin transpirație, în urma procesului de _______________.
12. Pielea conservă căldura, reducând cantitatea de transpirație secretată și prin constricția _______________.
13. Glandele din piele eliberează apă și substanțe lipidice în procesul de _______________.
14. Radiația solară ultravioletă declanșează în piele sinteza vitaminei _______________.
15. Printre substanțele absorbite de piele se numără și vitaminele liposolubile E, K și _______________.
16. Pielea absoarbe anumiți hormoni steroizi secretați de _______________.
17. Stimulii din mediul extern acționează asupra unor _______________ specializați.
18. Pielea detectează senzații precum presiunea, atingerea, temperatura și _______________.
19. Configurația limitei dintre epiderm și derm este _______________.
20. Dermul este stratul intern, mai gros, al pielii, pe când epidermul este stratul _______________.
21. Stratul subcutanat bogat în grăsime, aflat sub derm, se numește _______________.
22. În epiderm, celulele sunt aranjate în _______________.

23. Epidermul este alcătuit din _______________.
24. Epidermul pielii subțiri are _______________ straturi.
25. Epidermul pielii groase are _______________ straturi.
26. Stratul cel mai profund al epidermului, așezat pe membrana bazală, se numește _______________.
27. Un alt nume pentru stratul germinativ este _______________.
28. Melanocitele, celule ce sintetizează melanina, se găsesc în stratul _______________ al epidermului.
29. Cele mai frecvent întâlnite celule epidermice sunt _______________.
30. Cheratina este produsă de către _______________.
31. Stratul aflat deasupra celui bazal se numește _______________.
32. Celulele dendritice epidermice au funcție imunitară și se găsesc în _______________.
33. La nivelul pielii groase, celule strâns unite între ele și cheratinocite moarte se pot întâlni în stratul _______________.
34. Substanța transparentă ce apare intermediar în procesul de transformare a cheratohialinului în cheratină este _______________.
35. Stratul superficial al epidermului se numește _______________.
36. Celulele stratului extern al epidermului sunt bogate în substanța impermeabilă numită _______________.
37. Cheratinocitele din stratul cornos sunt unite între ele prin joncțiuni denumite _______________.
38. Majoritatea celulelor stratului cornos derivă din celule produse în stratul _______________.
39. Stratul cornos se îngroașă ca reacție la fricțiune, prin procesul denumit _______________.
40. Celulele epidermului primesc nutrimente din vasele de sânge aflate în _______________.
41. Crestele de la limita dintre epiderm și derm se numesc _______________.
42. Stratul dermului care conține celule adipoase, glande sudoripare și vase de sânge se numește _______________.
43. Stratul papilar al dermului conține țesut conjunctiv lax sau _______________.
44. Majoritatea receptorilor cutanați se află în _______________.

45. Cele două structuri principale ale firului de păr sunt axul și _______________.

46. Fiecare fir de păr este asociat cu terminații nervoase, o glandă sebacee și un mușchi denumit _______________.

47. Unghia este alcătuită dintr-o proteină numită _______________.

48. Capătul proximal al unghiei este acoperit de un țesut denumit _______________.

49. Cele mai numeroase glande cutanate sunt glandele _______________.

50. Canalul auditiv conține glande _______________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații.*

1. Care din următoarele afirmații despre piele este adevărată?
   A. pielea reprezintă aproximativ 35% din greutatea totală a corpului
   B. pielea are funcție de suport pentru alte organe
   C. pielea este cel mai mare organ
   D. pielea nu prezintă pigmenți

2. Cheratina
   A. împiedică pătrunderea microorganismelor
   B. este o barieră împotriva ionilor și a sărurilor
   C. formează o barieră împotriva substanțelor hidrosolubile
   D. este un pigment

3. Pielea menține căldura corporală prin
   A. reducerea secreției de transpirație
   B. producerea de hormoni ce îmbunătățesc toleranța la căldură
   C. diviziuni mitotice rapide
   D. producerea de cerumen de către glandele ceruminoase

4. Melanina
   A. este esențială în producerea vitaminei D
   B. protejează pielea împotriva radiațiilor ultraviolete
   C. este esențială în sinteza stratului bazal
   D. este utilizată în producerea cheratinei

5. Una din funcțiile pielii este absorbția de
   A. enzime digestive
   B. ioni de sodiu
   C. molecule de cartilaj
   D. vitamina D

6. Următoarele sunt mecanisme prin care se disipează căldura, *cu excepția*
   A. evaporării
   B. osmozei
   C. conducției
   D. convecției

7. Fascia superficială se află
   A. între stratul bazal și stratul spinos
   B. sub derm
   C. în stratul germinativ
   D. lângă glandele sebacee

8. Un alt nume al stratului germinativ este
   A. derm
   B. membrană bazală
   C. strat capilar
   D. strat bazal

9. Joncțiunile intercelulare ce apar în stratul spinos sunt denumite
   A. desmozomi
   B. joncțiuni „gap"
   C. joncțiuni reticulare
   D. papilozomi

10. Două celule importante aflate în stratul bazal sunt
   A. celulele rădăcinii și celulele papilare
   B. celulele lunulare și celulele sudoripare
   C. melanocitele și cheratinocitele
   D. celulele piloase și celulele glandulare

11. Epidermul are cinci straturi la nivelul
   A. brațelor și picioarelor
   B. feței și gâtului
   C. palmelor și tălpilor
   D. degetelor de la mâini și picioare

12. Întâlnim aproximativ 25 de straturi de celule pavimentoase moarte în
   A. derm
   B. stratul cornos
   C. stratul granulos
   D. desmozomi

13. Stratul reticular al dermului conţine următoarele componente, *cu excepția*
   A. celulelor adipoase
   B. țesutului conjunctiv lax
   C. vaselor sanguine
   D. glandelor sudoripare

14. În stratul cornos, citoplasma majorității celulelor este înlocuită de
   A. păr
   B. sebum
   C. cerumen
   D. cheratină

15. Toate celulele vii din epiderm sunt hrănite de vase de sânge localizate în
   A. membrana bazală
   B. derm
   C. celulele piloase
   D. glandele endocrine

16. Dermul și epidermul sunt ancorate unul de celălalt prin creste denumite
    A. papile dermice
    B. joncțiuni „gap"
    C. hipoderm
    D. melanocite

17. Receptorii senzitivi se găsesc
    A. în stratul reticular al epidermului
    B. în stratul papilar al epidermului
    C. nici în stratul reticular, nici în cel papilar al dermului
    D. atât în stratul papilar, cât și în cel reticular al dermului

18. Mușchiul neted poate apărea în
    A. stratul reticular, dar nu și în cel papilar
    B. derm, dar nu și în epiderm
    C. epiderm, dar nu și în derm
    D. stratul papilar, dar nu și în cel reticular

19. Mușchiul erector este asociat cu
    A. glandele sebacee
    B. glandele sudoripare
    C. epidermul
    D. foliculii piloși

20. Lanugo este un tip de păr extrem de delicat ce acoperă
    A. dosul palmelor
    B. fătul
    C. suprafața internă a coapselor
    D. ceafa

21. Materialul proteic din care este alcătuită unghia este rezultatul metabolismului unor celule
    A. localizate sub cuticula de la baza unghiei
    B. localizate în stratul germinativ
    C. localizate în stratul reticular al dermului
    D. ce produc, de asemenea, sebum pentru glandele sebacee

22. Termenii „eccrin" și „apocrin" se referă la două tipuri de
    A. glande ceruminoase
    B. membrane bazale
    C. glande sudoripare
    D. unghii

23. Funcția cerumenului este
    A. reglarea temperaturii corporale
    B. excreția de mici cantități de sodiu
    C. captarea substanțelor străine înainte de a pătrunde în ureche
    D. secreția laptelui

24. Unghia este alcătuită
    A. dintr-un strat lucid dispus deasupra unui strat bazal
    B. dintr-o membrană bazală dispusă deasupra fasciei superficiale
    C. dintr-o placă de cheratină
    D. dintr-o masă de fire de păr fuzionate

25. Secreția glandelor sebacee ajunge în
    A. unghie
    B. foliculul pilos
    C. membrana bazală
    D. glandele eccrine

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul* subliniat *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Cel mai mare organ al sistemului tegumentar este pielea.
2. Proteina denumită cheratină împiedică trecerea substanțelor liposolubile prin piele.
3. Melanina formată în piele protejează pielea împotriva radiațiilor infraroșii solare.
4. Căldura radiază de la vasele sanguine cutanate și este transferată aerului prin procesul de convecție.
5. Moleculele precursoare necesare sintezei vitaminei D în piele pot fi obținute și din apă sau alte alimente.
6. Receptorii din piele detectează senzații precum presiunea, durerea, atingerea și temperatura.
7. Pielea ce acoperă majoritatea organismului are trei straturi.
8. Stratul germinativ, denumit și stratul lucid, este situat pe membrana bazală, în vecinătatea dermului.
9. Cheratinocite cu aspect spinos pot fi întâlnite în stratul granulos al epidermului.
10. Desmozomii sunt un tip de globule proteice localizate la nivelul celulelor din stratul spinos.
11. Cheratohialinul este o substanță utilizată de celulele epidermice în sinteza melaninei.
12. Stratul spinos apare doar în epidermul pielii groase.
13. Cheratinocitele strâns unite între ele, clare, moarte, sunt caracteristice pentru stratul lucid.
14. Stratul cel mai superficial al epidermului constă din aproximativ 25 de rânduri de celule cubice moarte.

15. Celulele moarte din stratul superficial al epidermului derivă din celule produse în <u>stratul lucid.</u>

16. Epidermul <u>are numeroase</u> vase sanguine și are puține terminații nervoase.

17. În stratul <u>reticular</u> al dermului se găsesc: țesut conjunctiv lax, areolar, fibroblaste, vase sanguine și macrofage.

18. Cea mai mare parte a rezistenței mecanice a pielii este conferită de către <u>derm.</u>

19. Foliculul pilos este alcătuit dintr-o porțiune de <u>derm</u> cu formă de tub.

20. Celulele noi ale firului de păr sunt produse în <u>stratul cornos</u> aflat în bulb.

21. Pilozitatea pubiană și cea axilară, care apare la pubertate, se numește pilozitate <u>reziduală.</u>

22. Capătul proximal al unghiei este acoperit parțial de către <u>cuticulă.</u>

23. Glandele sudoripare se mai numesc și glande <u>sebacee.</u>

24. Glandele <u>apocrine</u> secretă un material translucid, de culoare albă, ce este descompus de către bacterii pentru a elibera diverse mirosuri.

25. Secreția glandelor sebacee este eliberată în <u>canalul auditiv.</u>

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Portia, o pacientă cu probleme psihice, își mestecă permanent degetul arătător. Acest deget are mai mult păr decât celelalte. Explicați relația dintre comportamentul Portiei și aspectul degetului său.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 5.5

1. x	6. v	11. a	16. f	21. q
2. g	7. m	12. l	17. r	22. w
3. d	8. c	13. j	18. n	23. k
4. s	9. h	14. t	19. p	24. b
5. e	10. i	15. u	20. o	

SECȚIUNEA B - Completare

1. glandele
2. pielea
3. 15
4. microorganismelor
5. cheratină
6. membrana bazală
7. melanină
8. ultraviolete
9. melanocite
10. albinism
11. evaporare
12. vaselor sanguine
13. excreție
14. D
15. A
16. glande
17. receptori senzitivi
18. durerea
19. ondulată
20. exterior, mai subțire
21. hipoderm
22. straturi
23. epiteliu stratificat pavimentos
24. patru / 4
25. cinci / 5
26. stratul bazal
27. stratul bazal
28. bazal
29. cheratinocitele
30. cheratinocite
31. stratul spinos
32. stratul bazal
33. lucid
34. eleidina
35. stratul cornos
36. cheratină
37. desmozomi
38. bazal
39. hipercheratoză
40. derm
41. papile dermice
42. strat reticular
43. areolar
44. derm
45. rădăcina
46. mușchiul erector al firului de păr
47. cheratină
48. cuticulă
49. sudoripare
50. ceruminoase

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

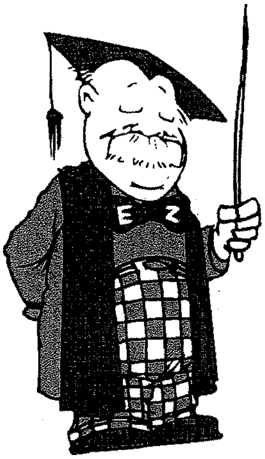
1. C
2. C
3. A
4. B
5. D
6. B
7. B
8. D
9. A
10. C
11. C
12. B
13. B
14. D
15. B
16. A
17. D
18. B
19. D
20. B
21. A
22. C
23. C
24. C
25. B

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. A
2. hidrosolubile
3. ultraviolete
4. A
5. lapte
6. A
7. patru
8. strat bazal
9. stratul spinos
10. joncțiuni intercelulare
11. cheratinei
12. stratul lucid
13. A
14. pavimentoase
15. stratul bazal
16. nu are deloc
17. papilar
18. A
19. epiderm
20. stratul bazal
21. terminală
22. A
23. apocrine sau eccrine
24. A
25. foliculul pilos

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Iritația și fluxul sanguin crescut stimulează creșterea părului.



6

Oasele și articulațiile

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol este dedicat studiului oaselor și al articulațiilor. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- cunoașteți funcțiile osului;
- descrieți componentele care intră în structura chimică și celulară a osului;
- deosebiți osul compact de cel spongios;
- identificați mecanismele osificării;
- identificați factorii ce afectează echilibrul dintre sinteza și resorbția osoasă și echilibrul seric al calciului;
- faceți diferența între tipurile de articulații prin cunoașterea structurii și a mișcării specifice fiecăreia, cât și prin exemple;
- deosebiți diferitele mișcări articulare;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Clasificarea, anatomia, formarea și remodelarea oaselor
- Clasificarea, anatomia și mișcările articulațiilor
- Întrebări recapitulative

Corpul uman conține 206 oase, ce alcătuiesc scheletul (Capitolul 7). Oasele asigură suport organismului, protejează organele, depozitează calciu şi fosfaţi, şi reprezintă locul în care se formează celulele sanguine (Tabelul 6.1). Articulațiile reprezintă locul în care oasele se întâlnesc, sau se articulează.

TABELUL 6.1 EXEMPLE DE FUNCȚII ALE OASELOR

Funcție	Descriere
Mişcare	Mențin sau schimbă poziția organismului împreună cu muşchii scheletici
Protecție	Protejează encefalul, plămânii și alte organe
Suport	Asigură suport organismului și ancorează mușchii
Stocare de minerale	Servesc drept depozit de minerale; ajută indirect la menținerea echilibrului hidric al organismului și a activităților metabolice
Hematopoieză	Este locul în care se produc diferitele tipuri de celule sanguine

OSUL

Osul este cel mai dur țesut conjunctiv din organismul uman. Este alcătuit din celule, fibre de colagen şi o substanţă fundamentală densă, mineralizată. În os se regăsesc mai multe tipuri de celule, iar mineralele contribuie la duritatea sa.

CLASIFICAREA OASELOR

Oasele sunt clasificate după formă şi localizarea în organism. După formă, oasele se clasifică în oase plate, oase lungi, oase scurte şi oase neregulate.

Oasele plate constau din două plăci subțiri de os compact, între care se află o regiune centrală compusă din os spongios. Oasele plate protejează țesuturile delicate ale encefalului şi ale organelor toracice. De asemenea, ele oferă suprafețe întinse pe care se pot ataşa tendoanele. Oasele plate includ oasele craniului, omoplații (scapulele), coastele, sternul şi oasele pelvisului.

Oasele lungi prezintă un ax denumit **diafiză** şi două capete numite **epifize**. Aceste oase se întâlnesc în componența membrelor superioare, inferioare şi a degetelor.

Oasele scurte au formă aproximativ cuboidală şi suportă greutăți. Ele includ oasele încheieturii mâinii (oase carpiene) şi ale gleznei (oasele tarsului).

Oasele neregulate au forme variate. De exemplu, oasele coloanei vertebrale (vertebrele) au o formă rectangulară, dar au şi prelungiri cu aspect de contraforturi sau aripi. Aceste prelungiri servesc drept puncte de ancorare pentru tendoane şi ligamente, întărind legătura dintre oasele adiacente. Alte exemple de oase neregulate sunt oasele wormiene, care se află la nivelul anumitor suturi craniene, şi oasele sesamoide, aflate la nivelul articulațiilor, dintre care cele mai importante sunt patelele sau rotulele (Figura 6.1).

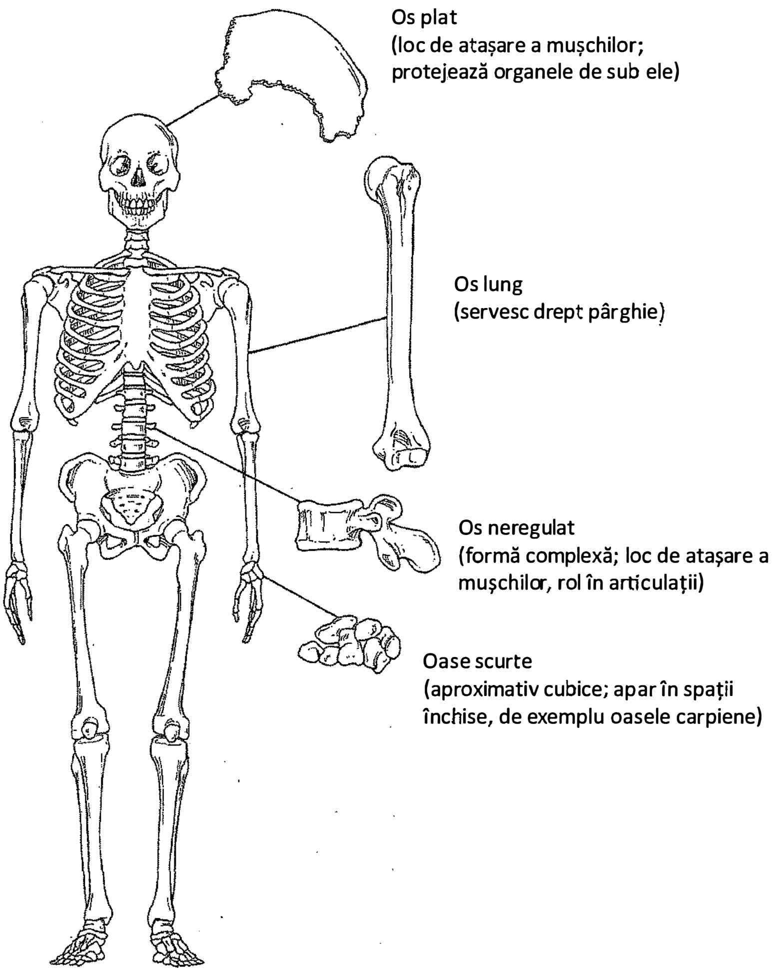


FIGURA 6.1 Cele patru tipuri de oase și localizarea lor.

În funcție de localizare, oasele pot fi împărțite în două grupe: oasele scheletului axial și oasele scheletului membrelor (periferic). **Scheletul axial** include toate oasele ce formează axul central al organismului, precum oasele capului, coloana vertebrală și cușca toracică.

Scheletul membrelor include oasele membrelor superioare și inferioare, precum și oasele ce leagă membrele de scheletul axial. Scheletul membrelor cuprinde și oasele mâinilor și picioarelor, precum și oasele centurilor corespunzătoare (pectorală și pelviană).

ȚESUTUL OSOS

Pentru a-și putea îndeplini funcțiile, oasele trebuie să fie dure, rigide, dar și suficient de flexibile pentru a se putea îndoi într-o oarecare măsură. Duritatea și flexibilitatea oaselor se datorează unor compuși chimici sintetizați de celule formatoare de os, numite osteoblaste. Componenta principală a osului este reprezentată de o sare minerală numită **fosfat de calciu**, combinată cu mici cantități de **hidroxid de calciu** și **carbonat de**

calciu. Fosfatul de calciu este principalul component al **hidroxiapatitei**. Osul conține cristale de hidroxiapatită înglobate într-o matrice alcătuită din fibre de **colagen**. Hidroxiapatita conferă duritate osului, iar fibrele de colagen sunt răspunzătoare de flexibilitatea acestuia.

În oase are loc și formarea celulelor sanguine, denumită **hematopoieză**. Aceasta are loc în **măduva osoasă roșie** din oasele spongioase, măduvă localizată în centrul multor oase precum vertebrele sau sternul, și la capetele humerusului și femurului (Capitolul 14). În măduva osoasă roșie se formează hematiile, leucocitele și plachetele sanguine.

Osul depozitează calciu și fosfați. Ambele substanțe sunt depozitate în os când se găsesc în cantități suficiente în organism, iar condițiile permit acest lucru. Ele sunt eliberate din os când sunt necesare în alte părți ale organismului.

STRUCTURA OASELOR LUNGI

Exemplele tipice de os lung sunt femurul și humerusul. Porțiunea dreaptă, lungă a osului se numește **diafiză**, iar capetele se numesc **epifize** (Figura 6.2). Când osul este în creștere, la nivelul joncțiunii dintre diafiză și epifiză (numită **metafiză**) apare o zonă activă de cartilaj, **placa epifizară**. Osul crește în lungime pe seama depunerii de cartilaj la nivelul acestei plăci, fenomen care produce îndepărtarea capetelor osului. Ulterior, acest cartilaj este înlocuit cu țesut osos.

La extremitatea fiecărei epifize se află un strat subțire de cartilaj hialin, numit **cartilaj articular**. Acesta furnizează o suprafață ce facilitează deplasarea fără frecare a oaselor adiacente. Acolo unde nu prezintă cartilaj articular, osul lung este acoperit cu un țesut conjunctiv numit **periost**. Acesta acoperă, spre exemplu, diafiza.

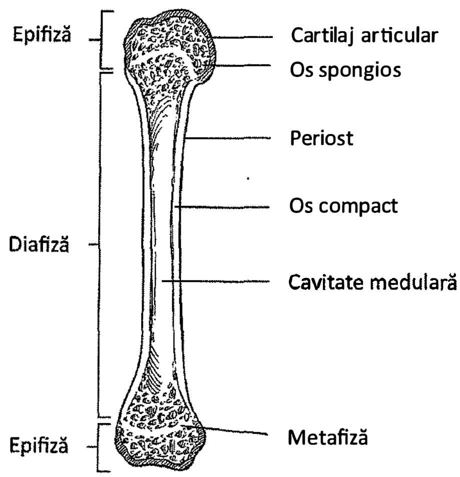


FIGURA 6.2 Structura unui os lung tipic al corpului uman, cu părțile lui componente.

Osul compact formează porțiunea externă a epifizelor. În interior, epifiza conține **os spongios**. Acesta este alcătuit dintr-o rețea de structuri osoase întretăiate numite **trabe-**

cule (travee). Printre travee se găsesc spații ce conțin măduvă roșie. După cum îi spune și numele, osul spongios este mai puțin dens decât cel compact.

Deși diafiza oaselor lungi este goală pe dinăuntru, ea este acoperită la exterior de **os compact**, dens și dur. Interiorul diafizei conține o cavitate medulară în care se găsește **măduvă galbenă.**

Cavitatea centrală a osului se numește **cavitate medulară.** Ea este căptușită de o membrană subțire numită **endost,** în care se află celule formatoare de os (osteoblaste) și celule ce remodelează osul (osteoclaste). Funcția celor două celule va fi discutată în cele ce urmează.

STRUCTURA HISTOLOGICĂ A OSULUI

La microscopul optic, osul compact prezintă o serie de inele concentrice, intricate, de țesut osos. Aceste inele sunt organizate în sisteme denumite **osteoane** (Figura 6.3). Fiecare osteon are un **canal central** care conține nervi și capilare sanguine.

Inelele concentrice ale unui osteon sunt străbătute de un sistem de canale, numite **canale perforante.** Ele conectează între ele canalele centrale și celulele osoase. În jurul fiecărui canal central se găsesc **lamele osoase,** adică inelele osteonului. Ele conțin spații, numite **lacune**, în care se află osteocite.

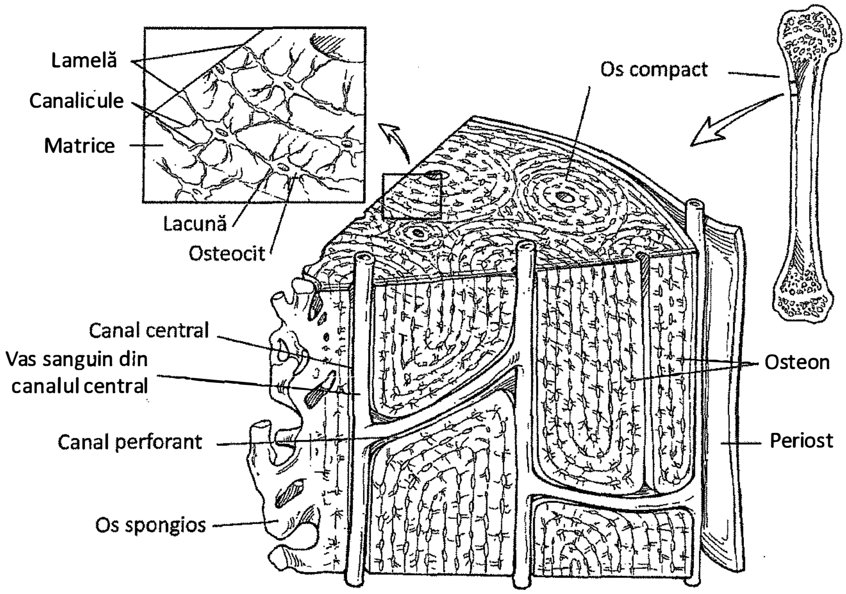


FIGURA 6.3 Structura histologică a osului. Printr-o secțiune prin osul compact, este prezentată structura histologică a acestuia, și în special a osteonului. Un fragment al osteonului este prezentat în detaliu, pentru a se evidenția structurile de mici dimensiuni.

Osteocitele sunt captive în țesutul osos pe care îl întrețin. Lacunele în care ele se situează sunt unite între ele, precum și cu canalul central prin extensii de dimensiuni electronomicroscopice numite **canalicule**.

Spațiile dintre osteoane conțin **lamele interstițiale**, care sunt, de fapt, osteoane incomplete.

Osul este învelit de periost, din care iau naștere osteocitele. În forma lor inițială, osteocitele sunt **osteoblaste** foarte active, care produc colagenul și hidroxiapatita prezente în os. Pe măsură ce sunt înglobate în osul format, ele devin osteocite, hrănind osul din jur și îndepărtând produșii reziduali.

FORMAREA OSULUI

Aproximativ în a șasea săptămână a dezvoltării embrionare apar tije rectilinii de **cartilaj hialin** ce au forma oaselor lungi. Oasele plate se dezvoltă sub formă de membrane ce conțin țesut conjunctiv fibros. În interiorul acestor membrane se găsesc insule de cartilaj hialin care vor iniția procesul de formare a osului.

> **DE REȚINUT**
> Osteoblastele formează osul, osteocitele îl întrețin, iar osteoclastele îl resorb.

Formarea osului se numește **osificare**, și poate fi de două tipuri. Primul tip de osificare, **osificarea intramembranoasă**, are loc în oasele plate ale craniului. Ea începe în momentul în care osteoblastele migrează în membrane și formează **centre de osificare**, unde secretă matricea osoasă compusă din colagen, fosfat de calciu și carbonat de calciu. Centrele de osificare sunt astfel rapid înconjurate de os. Pe măsură ce zonele osificate se extind, ele se unesc și formează trabeculele osului spongios. În spațiile dintre trabecule se dezvoltă măduva osoasă roșie. În același timp, osteoblastele depun un strat de os compact la nivelul periostului.

Cel de-al doilea tip de osificare este cea a oaselor lungi, **osificarea endocondrală**. În cursul acesteia, apar vase sanguine în interiorul tijelor cartilaginoase și se dezvoltă osteoblaste în membrana ce înconjoară aceste tije. Osteoblastele depun os compact de jur împrejurul tijei. Osificarea continuă la suprafață, dar nu și în profunzime. Astfel, interiorul va rămâne sub forma unei cavități ce va conține măduva osoasă.

Pe măsură ce se formează cavitatea medulară, osul compact ce o înconjoară se îngroașă și se alungește, tija cartilaginoasă continuă să crească la capete, asigurând astfel, creșterea în lungime a osului. După pubertate, zona de cartilaj se îngustează, formând placa epifizară; când aceasta este complet osificată, creșterea osului în lungime încetează. Acest fenomen are loc după pubertate, și este controlat hormonal.

Osul compact mai este denumit și **os lamelar**. Este un os dens, ce prezintă osteoane la examinarea microscopică.

REMODELAREA OSOASĂ

Sfârșitul creșterii osoase nu este însoțit de încheierea activității din interiorul osului. Într-adevăr, remodelarea osoasă este un proces ce are loc de-a lungul întregii vieți, fiind controlată de interacțiunea dintre celulele osoase formatoare (osteoblaste) și cele resorbante (osteoclaste). **Osteoclastele** secretă substanțe ce dizolvă osul. Astfel, ele furnizează organismului calciu și fosfat, ce pot fi utilizate în contracția musculară sau în metabolismul celular.

Activitatea osteoblastelor și a osteoclastelor este de obicei menținută într-un echilibru ce poate fi afectat de hormoni, inclusiv de cei sexuali. La persoane în vârstă, resorbția osoasă poate fi mai pronunțată decât formarea, consecința fiind o afecțiune complexă numită **osteoporoză**. Odată cu pierderile de calciu, oasele devin mai puțin rezistente și se rup mai ușor.

Pentru prevenirea osteoporozei se recomandă, de obicei, creșterea aportului de calciu prin suplimente alimentare ce conțin calciu, și activitate fizică. Aceasta provoacă un stres mecanic ce stimulează formarea de os de către osteoblaste.

ARTICULAȚIILE

Articulațiile sunt locurile în care se întâlnesc două sau mai multe oase. Există diferite tipuri de articulații în organismul uman, fiecare cu o structură și funcție specifică. Ramura anatomiei care studiază articulațiile se numește **artrologie**.

Articulațiile se clasifică în funcție de gradul de mișcare pe care îl permit. Există trei tipuri de articulații: sinartroze, amfiartroze și diartroze (Figura 6.4). **Sinartrozele** sunt articulații imobile, **amfiartrozele** sunt semimobile, iar **diartrozele** sunt pe deplin mobile.

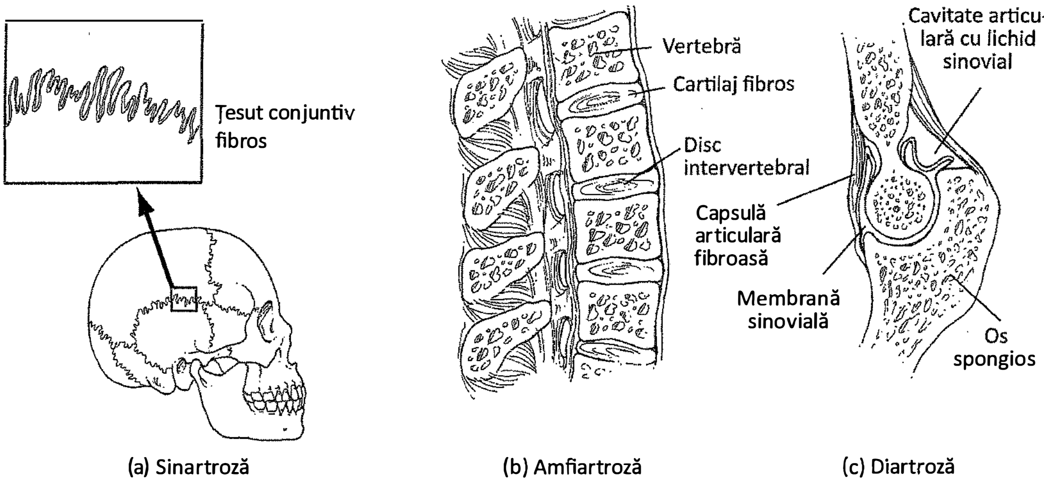


FIGURA 6.4 Cele trei tipuri de articulații întâlnite în organismul uman. (a) O articulație imobilă, între oasele craniului; (b) O articulație ușor mobilă, între vertebrele coloanei vertebrale; (c) O articulație mobilă, denumită și articulație sinovială, așa cum se poate găsi în articulația șoldului. Observați componentele structurale ale acestui tip de articulație.

SINARTROZELE

Sinartrozele sunt articulații aproape sau total imobile. Ele sunt compuse din două capete osoase adiacente, separate de o cantitate redusă de țesut fibros. În unele cazuri, oasele pot fi separate de un strat subțire de cartilaj. Astfel de articulații pot fi întâlnite în structura craniului, unde sinartrozele se numesc **suturi**. Ele apar între osul frontal și cele 2 oase

parietale, între oasele parietale precum și între oasele parietale și osul occipital. Suturile sunt imobile.

Un alt exemplu de sinartroză este **gomfoza**, ce apare la locul de implantare a dintelui în alveolă; ea trebuie să fie imobilă. O altă sinartroză este **sindesmoza**, în care diafizele a două oase lungi adiacente sunt unite printr-o membrană fibroasă interosoasă. O astfel de sindesmoză unește diafizele radiusului și ulnei de la nivelul antebrațului, permițând doar o mișcare minimă între cele 2 oase.

AMFIARTROZELE

Amfiartrozele sunt articulații cu o mobilitate limitată. O amfiartroză constă din 2 capete osoase adiacente, separate de o cantitate mare de cartilaj. În corpul uman, amfiartrozele se găsesc în 2 locuri importante: între vertebre, unde cartilajul are forma unui disc, și între cele 2 oase pubiene ale pelvisului.

Discurile intervertebrale, aflate între vertebre, sunt compuse dintr-un fibrocartilaj ce înconjoară un miez gelatinos. Aceste discuri absorb șocurile și egalizează presiunea dintre oasele adiacente în timpul mișcărilor. Datorită flexibilității lor discrete, discurile intervertebrale permit o mișcare limitată, precum cea de aplecare înspre înainte sau în lateral. Amfiartroza dintre oasele pubiene se numește **simfiza pubiană** și are o mobilitate foarte limitată. O altă amfiartroză poate fi **articulația sacroiliacă**, dintre osul sacru și osul iliac.

DIARTROZELE

Diartrozele sunt articulații ce permit mișcări libere. Ele sunt alcătuite din două capete osoase cuprinse într-o cavitate denumită **cavitate sinovială**, motiv pentru care aceste articulații se mai numesc și **articulații sinoviale**. Suprafețele articulare ale oaselor nu sunt conectate una de cealaltă iar, în anumite cazuri, mișcările permise de aceste articulații sunt foarte ample. Astfel de articulații apar la nivelul proceselor articulare ale vertebrelor, umărului, cotului, încheieturii mâinii, șoldului, genunchiului, gleznei și labei piciorului.

Într-o articulație sinovială, fiecare os este acoperit de un cartilaj articular. Cele două capete osoase sunt învelite de o **capsulă fibroasă**, în interiorul căreia se află cavitatea sinovială. Suprafața internă a capsulei este tapetată de o **membrană sinovială**, care nu acoperă, însă, suprafețele articulare ale oaselor. Această membrană secretă un lichid vâscos, cu rol lubrifiant, numit **lichid sinovial**.

În anumite cazuri, cavitatea articulară este divizată parțial sau complet de niște **discuri cartilaginoase**. De exemplu, fiecare genunchi dispune de două astfel de discuri cartilaginoase. Acestea au formă semilunară și se numesc **meniscuri**. În anumite articulații, capsula fibroasă articulară se organizează sub formă de fascicule groase, ce formează **ligamentele**. Articulațiile sunt stabilizate și de mușchii atașați oaselor. De exemplu, la nivelul umărului, capătul proximal al humerusului este menținut în articulație de către mușchii inserați pe el.

DE REȚINUT
Sinartrozele sunt aproape imobile, amfiartrozele au o mobilitate limitată, iar diartrozele sunt cele mai mobile articulații.

Unele diartroze pot include nişte saci închişi, plini cu lichid, numiţi **burse** (singular bursă). Bursele sunt căptuşite de membrane sinoviale, care le continuă pe cele ale cavităţilor sinoviale din vecinătate. Bursele sunt aşezate de obicei între piele şi proeminenţele osoase subiacente. De exemplu, astfel de burse se găsesc la nivelul patelei. Bursele facilitează alunecarea tendoanelor pe suprafaţa oaselor.

TIPURI DE DIARTROZE

Diartrozele pot fi împărţite în mai multe tipuri, în funcţie de componentele lor şi de tipul de mişcare pe care îl permit (Tabelul 6.2 şi Figura 6.5). Un tip de diartroză este **articulaţia trohleară** (în formă de scripete). Într-o astfel de articulaţie, mişcarea are loc într-un singur plan. Exemple de astfel de articulaţii sunt cotul (între humerus şi ulnă), genunchiul (între femur şi tibie) şi articulaţiile interfalangiene.

TABELUL 6.2 TIPURI DE DIARTROZE

Diartroza	Descriere	Mişcare	Exemple
Trohleară	O suprafaţă în formă de scripete articulată cu o suprafaţă concavă	În jurul unei singure axe, ca o balama	Cotul, genunchiul, articulaţiile interfalangiene
Pivotală	O suprafaţă arcuită se roteşte în jurul unui pivot	Rotaţie	Articulaţia dintre axis şi atlas
Sferoidală	O suprafaţă convexă se articulează cu o suprafaţă concavă	Cele mai variate mişcări dintre toate articulaţiile	Articulaţia umărului şi a şoldului
Condiloidă (elipsoidală)	Un condil de formă ovală articulat cu o cavitate eliptică	În două planuri perpendiculare unul pe celălalt	Încheietura mâinii (între radius şi oasele carpiene)
Selară	Un os în formă de şa este articulat cu o suprafaţă de formă opusă	Aceleaşi mişcări ca şi articulaţia condiloidă, dar mai libere; asemănătoare unui călăreţ în şa	Articulaţia degetului mare de la mână, cea dintre primul metacarpian şi osul trapez (carpian)
Plană	Două suprafeţe plane articulate	Alunecare, mişcare non-axială	Între unele oase carpiene

Un alt tip de diartroză este **articulaţia în pivot**, ce permite mişcări de rotaţie. În acest tip de articulaţie, suprafaţa cilindrică a unui os se roteşte în interiorul unui inel format de osul opus. O astfel de articulaţie apare la nivelul gâtului, la unirea dintre primele două vertebre (atlas şi axis).

O **articulaţie sferoidală** este tot un tip de diatroză, ce se formează prin articularea unui capăt osos rotund cu o suprafaţă concavă. Acest tip de articulaţie permite cele mai libere mişcări. Se găseşte la nivelul umărului, unde capul humerusului se articulează

cu cavitatea glenoidală a scapulei (numită și fosa glenoidă), și la șold, unde capul femurului se articulează cu acetabulul.

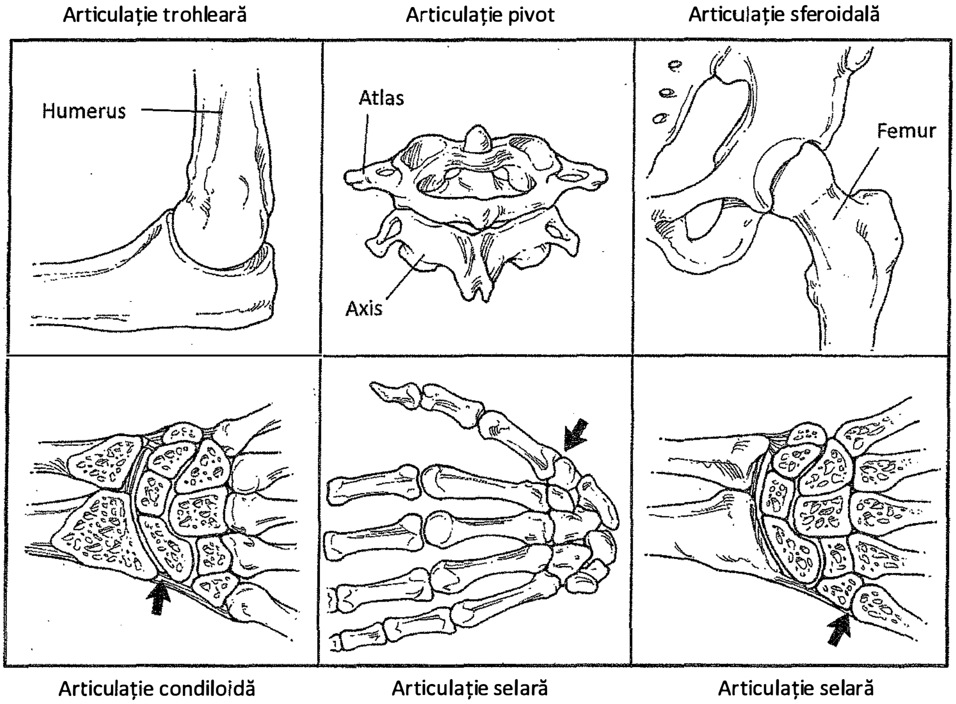


FIGURA 6.5 Reprezentarea celor șase tipuri de diartroze. Toate sunt articulații ce permit mișcări libere.

Alte două tipuri de diartroze sunt articulația condiloidă și cea selară (ambele fiind denumite **articulații biaxiale**). Într-o **articulație condiloidă**, suprafețele articulare au formă ovală. Rotația nu este posibilă într-o astfel de articulație, dar restul mișcărilor, în majoritate, sunt permise. Un exemplu este reprezentat de articulația dintre radius și oasele carpiene, la nivelul încheieturii mâinii. Rotația este restricționată și în **articulația selară**. În acest tip de articulație, suprafețele osoase sunt concave, respectiv convexe. Suprafața concavă a unui os se articulează cu suprafața convexă a celuilalt os. Articulația dintre osul trapez (os carpian) și metacarpianul degetului mare este articulație selară.

Ultimul tip de diartroze este reprezentat de **articulațiile plane**. O astfel de articulație permite mișcări de alunecare în mai multe direcții, între suprafețe articulare relativ plate. Articulațiile dintre procesele vertebrale sunt exemple de articulații plane. Astfel de articulații apar și între anumite oase carpiene sau tarsiene. La nivelul lor au loc mișcări de alunecare și de răsucire.

MIȘCĂRILE ARTICULARE

Mișcările de la nivelul diartrozelor au loc sub acțiunea mușchilor scheletici. În majoritatea cazurilor, un capăt al mușchiului este atașat de o parte imobilă, fixă a unei articulații, iar celălalt este atașat pe partea opusă, de partea ei mobilă. Contracția mușchiului exercită o tracțiune asupra părții mobile, apărând astfel mișcarea articulară.

În articulații pot avea loc diverse tipuri de mișcări. **Flexia** este definită ca fiind mișcarea ce reduce unghiul dintre două oase în articulație. În opoziție, **extensia** este mișcarea în urma căreia unghiul dintre două oase crește. Simplu spus, flexia se referă la îndoirea unei articulații, ca de exemplu flexia genunchiului, iar extensia are ca rezultat întinderea respectivei articulații (Figura 6.6).

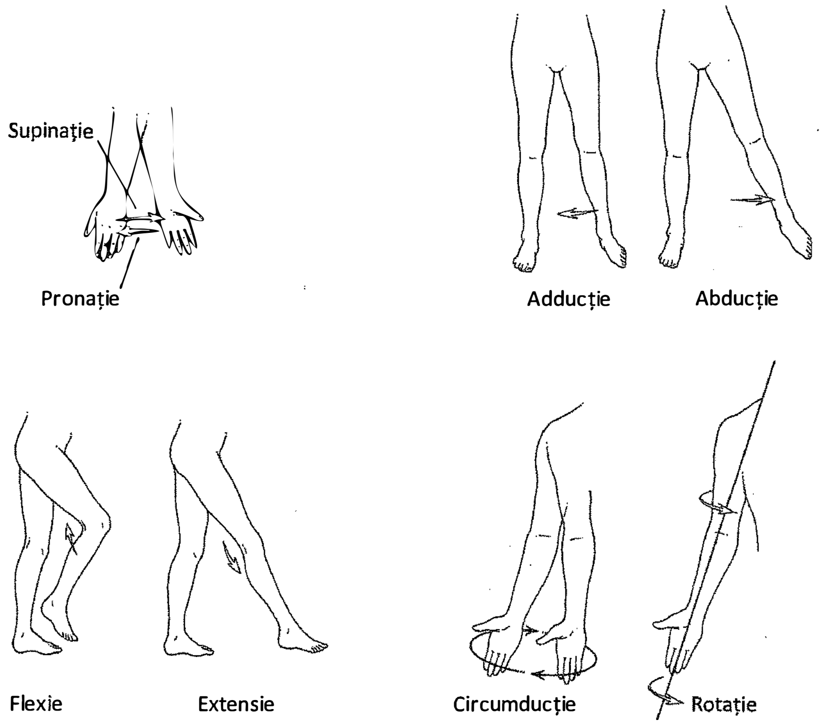


FIGURA 6.6 Mișcările posibile în articulațiile umane.

Alte două mișcări articulare sunt abducția și adducția. **Abducția** reprezintă îndepărtarea unui membru față de linia mediană a corpului, iar **adducția** apropierea membrului respectiv de linia mediană. Ridicarea brațului până la orizontală este un exemplu de abducție, iar întoarcerea lui la poziția anatomică este o mișcare de adducție.

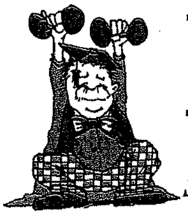
Mișcările rotative sunt un alt tip de mișcări articulare. **Rotația** reprezintă mișcarea unei părți a corpului în jurul unei axe. Întoarcerea capului dintr-o parte în alta (ca atunci când se exprimă o negație) este un exemplu de rotație. Rotația poate fi **medială**, dacă are loc spre linia mediană a corpului, sau **laterală**, dacă are loc în direcția opusă. O formă specială de rotație o reprezintă **pronația**. Aceasta reprezintă rotația antebrațului, astfel încât palma să privească spre posterior. **Supinația** reprezintă mișcarea opusă, rotația antebrațului până când palma ajunge în poziție anatomică, privind spre anterior (Tabelul 6.3).

Ridicarea sau coborârea unei părți a corpului poartă numele de elevație sau depresie. **Elevația** reprezintă ridicarea, spre exemplu a umerilor, iar **depresia** mișcarea opusă. **Retracția** reprezintă mișcarea spre înapoi a unei părți a corpului, spre exemplu bărbia, iar **protracția** este mișcarea opusă.

Eversia reprezintă întoarcerea labei piciorului cu talpa spre exterior, iar **inversia** este mişcarea opusă. **Flexia dorsală** este ridicarea labei piciorului către tibie, iar **flexia plantară** reprezintă îndoirea labei piciorului spre înapoi.

TABELUL 6.3 MIȘCĂRILE ARTICULARE ȘI MIȘCĂRILE ANTAGONISTE

Acțiune	Acțiune antagonistă
Flexie: micșorarea unghiului dintre două oase	**Extensie**: mărirea unghiului dintre două oase
Abducție: îndepărtarea unei părți a corpului de linia mediană	**Adducție**: apropierea unei părți a corpului de linia mediană
Rotație medială: rotația unui os de-a lungul propriei axe, către linia mediană a corpului	**Rotație laterală**: rotația unui os de-a lungul axei sale, dinspre linia mediană a corpului
Supinație: aducerea palmei în poziție anatomică	**Pronație**: aducerea palmei în poziția opusă celei anatomice (înspre posterior)
Elevație: ridicarea unei părți a corpului	**Depresie**: coborârea unei părți a corpului
Protracție: împingerea spre înainte a unei părți a corpului	**Retracție**: retragerea spre înapoi a unei părți a corpului
Flexie dorsală: îndoirea labei piciorului către tibie	**Flexie plantară**: îndoirea labei piciorului în direcția opusă
Inversie: rotirea tălpii spre interior	**Eversie**: rotirea tălpii spre exterior



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale osului.

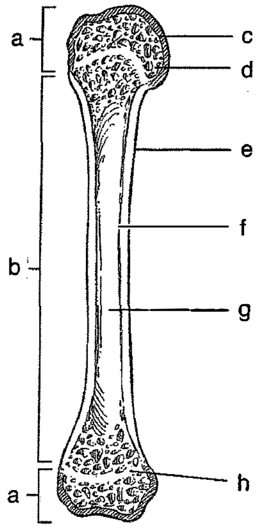


FIGURA 6.7

__1. Cartilaj articular
__2. Os compact
__3. Diafiză
__4. Epifiză
__5. Cavitate medulară
__6. Metafiză
__7. Periost
__8. Os spongios

Identificați corect componentele histologice ale osului.

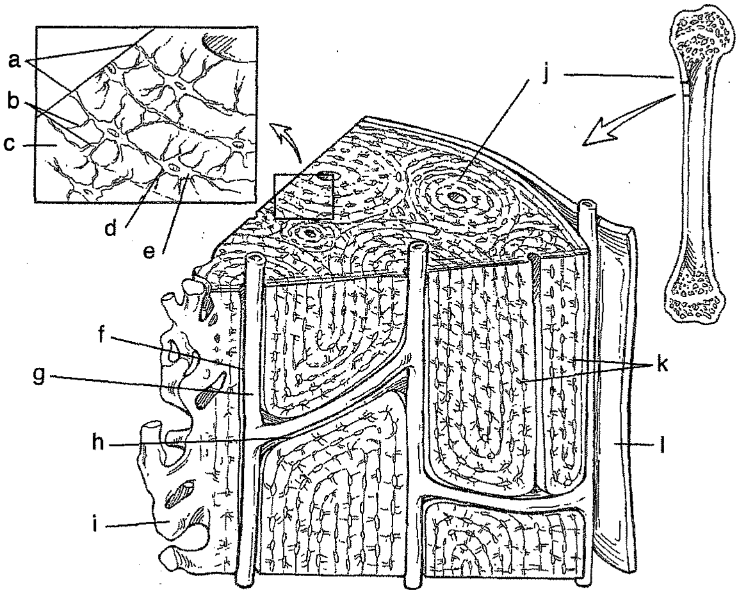


FIGURA 6.8

__ 1. Canalicule
__ 2. Canal central
__ 3. Os compact
__ 4. Lacună
__ 5. Lamelă
__ 6. Matrice
__ 7. Osteocit
__ 8. Osteon
__ 9. Canal perforant
__10. Periost
__11. Os spongios
__12. Vas de sânge în canalul central

***SECȚIUNEA B – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Datorită formei lor, oasele craniului și cele pelviene, sunt clasificate drept ____________________.
2. __________________ au o diafiză mărginită la capete de epifize.
3. Prelungirile oaselor neregulate, precum vertebrele, oferă locuri de inserție pentru tendoane și ____________________.
4. Oasele neregulate aflate la nivelul suturilor craniene sunt ____________________.
5. Oasele craniului, ale coloanei vertebrale și ale cuștii toracice sunt denumite, împreună, __________________.

6. Două exemple de oase scurte sunt oasele încheieturii mâinii, denumite carpiene, și cele ale gleznei, numite ____________________.
7. Componenta osului numită ____________________ este compusă din cristale ce conțin în principal fosfat de calciu.
8. Cea mai importantă proteină din fibrele matricii osoase este ____________________.
9. Oasele au rol de suport, protecție a organelor, depozitare de calciu și loc de formare a ____________________.
10. Măduva roșie este activă în special în oase precum vertebrele și ____________________.
11. Capetele unui os lung se numesc ____________________.
12. Stratul subțire de cartilaj de pe suprafața externă a capetelor oaselor lungi este denumit ____________________.
13. Porțiunile neacoperite de cartilaj ale oaselor lungi sunt învelite de o membrană numită ____________________.
14. Partea internă a epifizei unui os lung conține ____________________.
15. Cavitatea medulară a oaselor lungi conține ____________________.
16. Osul spongios conține lamele osoase, întretăiate, denumite ____________________.
17. Unitatea histologică și funcțională de bază a osului compact este ____________________.
18. Spațiile microscopice ce conțin osteocite se numesc ____________________.
19. Canalele centrale ale osteoanelor sunt unite între ele de ____________________.
20. Celulele ce produc proteinele și hidroxiapatita necesare creșterii osoase sunt ____________________.
21. Formarea osului are loc în urma unui proces denumit ____________________.
22. Formarea de os în interiorul membranelor se numește corect ____________________.
23. Formarea de os la capetele oaselor lungi este rezultatul unui proces numit ____________________.
24. Înaintea pubertății, oasele lungi cresc în lungime la nivelul unei zone de cartilaj numită ____________________.
25. Osul este remodelat și dizolvat de substanțe secretate de celule numite ____________________.

26. Distrugerea și remodelarea osului furnizează organismului ioni precum cei de fosfat și de ___________________.

27. Resorbția excesivă a osului, care depășește rata de producere, apare în afecțiunea numită ___________________.

28. Articulațiile semimobile se numesc ___________________.

29. O articulație imobilă care constă din două margini osoase separate de o cantitate redusă de țesut fibros se numește ___________________.

30. Un exemplu de sinartroză, ce apare la nivelul craniului, este ___________________.

31. Locul de implantare a dintelui în alveolă este o articulație imobilă, numită ___________________.

32. O amfiartroză apare între oasele pubiene și între corpurile ___________________.

33. O diartroză este o articulație cu mișcări libere, care constă din două capete osoase separate de o cavitate numită ___________________.

34. Articulațiile cotului, umărului, șoldului, genunchiului și gleznei sunt exemple de ___________________.

35. Fluidul vâscos, aflat în cavitatea sinovială a unei diartroze, se numește ___________________.

36. Discul cartilaginos aflat în interiorul articulației genunchiului se numește ___________________.

37. Articulațiile pot fi stabilizate de către mușchi atașați de oase în apropierea articulației sau de către fascicule denumite ___________________.

38. Sacii închiși, plini cu lichid, aflați în apropierea diartrozelor se numesc ___________________.

39. O diartroză ce permite rotația se numește ___________________.

40. Articulația dintre capul humerusului și cavitatea glenoidală a scapulei este o diartroză numită ___________________.

41. Diartroza aflată la unirea dintre radius și oasele carpiene este o ___________________.

42. Diartroza în care oasele au o suprafață concavă și una convexă, articulate între ele, este denumită ___________________.

43. Mișcarea articulară prin care se reduce unghiul dintre două oase se numește ___________________.

44. Îndepărtarea unei părți a corpului de linia mediană se numește ___________________.

45. Apropierea unei părți a corpului de linia mediană se numește ____________________.

46. Răsucirea capului este o mișcare de ____________________.

47. Întoarcerea antebrațului cu palma spre anterior se numește ____________________.

48. Dacă flexia înseamnă îndoirea unei încheieturi, atunci întinderea ei se numește ____________________.

49. Retragerea unei părți a corpului se numește ____________________.

50. Împingerea unei părți a corpului se numește ____________________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Oasele plate protejează țesuturile delicate ale
   A. abdomenului și membrelor
   B. toracelui și encefalului
   C. măduvei spinării și membrelor
   D. abdomenului și măduvei spinării

2. Următoarele sunt funcții ale scheletului, *cu excepția*
   A. depozitarea de calciu și fosfat
   B. loc de formare a celulelor sanguine
   C. furnizarea de suport organismului
   D. coordonarea activităților organismului

3. Oasele neregulate includ
   A. rotulele și oasele wormiene
   B. oasele carpiene și tarsiene
   C. scapulele și coastele
   D. humerusul și femurul

4. Următoarele sunt oase ale scheletului axial, *cu excepția*
   A. oaselor cuștii toracice
   B. vertebrelor
   C. oaselor craniului
   D. oaselor membrelor

5. Hidroxiapatita este compusă în principal din
   A. fosfat de calciu
   B. colagen și carbonat de calciu
   C. ligamente și tendoane
   D. fibrinogen și fosfat de sodiu

6. Formarea celulelor sanguine are loc în
   A. măduva roșie
   B. măduva galbenă
   C. osteoane
   D. trabecule

7. Diafiza și epifiza sunt componente ale
   A. coastelor
   B. oaselor plate
   C. oaselor pelviene
   D. oaselor lungi

8. Periostul este o membrană de țesut conjunctiv care
   A. se găsește în măduva osoasă
   B. alcătuiește ligamentele
   C. acoperă unele porțiuni ale oaselor
   D. sintetizează colagenul din oase

9. Canalele perforante conectează între ele canalele centrale în
   A. placa epifizară
   B. periost
   C. osul compact
   D. măduva galbenă

10. Principalele celule formatoare de os din organism sunt
    A. osteoclastele
    B. osteocitele
    C. osteoblastele
    D. pericitele

11. Osificarea intramembranoasă are loc în
    A. femur și humerus
    B. radius și ulnă
    C. falange
    D. oasele craniene

12. Osificarea endocondrală are loc în
    A. măduva galbenă
    B. placa epifizară
    C. membrana periostală
    D. cavitatea sinovială

13. Creșterea în lungime a osului se oprește
    A. când măduva roșie se transformă în măduvă galbenă
    B. când placa epifizară se transformă în măduvă galbenă
    C. când se sfârșește pubertatea
    D. când se formează patela

14. Celulele care resorb osul, furnizând calciu organismului, sunt
    A. calcicite
    B. histiocite
    C. osteoclaste
    D. periclaste

15. Sinartroza este un tip de articulație care se găsește
    A. la nivelul membrelor
    B. la nivelul craniului
    C. la joncțiunea dintre radius și humerus
    D. între vertebre

16. Gomfoza și sindesmoza sunt
    A. articulații cu grad limitat de mișcare
    B. articulații cu mișcare liberă
    C. articulații imobile
    D. dezarticulații

17. Articulația dintre oasele pubiene este o
    A. amfiartroză
    B. diartroză
    C. gomfoză
    D. sinartroză

18. Diartrozele apar în următoarele locuri, *cu excepția*
    A. genunchiului
    B. cotului
    C. încheieturii mâinii
    D. cutiei craniene

19. Funcția lichidului sinovial este
    A. reglarea conținutului de calciu din articulație
    B. lubrifierea unei diartroze
    C. sinteza proteinelor din ligamente
    D. producerea de celule sanguine

20. O articulație trohleară se găsește la nivelul
    A. coloanei vertebrale
    B. joncțiunii dintre atlas și axis
    C. genunchiului
    D. cavității glenoide

21. Articulația în care un capăt osos concav se articulează cu unul convex este o
    A. articulație plană
    B. articulație sferoidală
    C. articulație trohleară
    D. articulație selară

22. Mişcarea articulară prin care se micşorează unghiul dintre două oase se numeşte
    A. protracție
    B. flexie
    C. pronație
    D. supinație

23. Îndepărtarea unei părți a corpului de linia mediană, urmată de aducerea ei înapoi, reprezintă două mişcări denumite
    A. pronație şi supinație
    B. elevare şi depresie
    C. abducție şi adducție
    D. flexie şi extensie

24. Pronația este o mişcare articulară în care
    A. antebrațul se roteşte aducând palma spre posterior
    B. antebrațul se roteşte aducând palma spre anterior
    C. umerii sunt ridicați
    D. umerii sunt coborâți

25. Rotirea labei piciorului cu talpa spre exterior se numeşte
    A. extensie
    B. protracție
    C. eversie
    D. abducție

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul* <u>*subliniat*</u> *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Oasele plate oferă protecție encefalului şi organelor din <u>abdomen.</u>

2. Porțiunile terminale ale oaselor lungi se numesc <u>diafize.</u>

3. Oasele neregulate includ <u>oasele wormiene</u> aflate la nivelul craniului.

4. Scheletul <u>membrelor</u> include oasele ce formează craniul, coloana vertebrală şi cuşca toracică.

5. Matricea de fibre proteice a osului este alcătuită din <u>albumină.</u>

6. Locul în care sunt produse celulele sanguine se numeşte <u>osteon.</u>

7. Acolo unde osul nu este acoperit de cartilaj, el este învelit de o membrană de țesut conjunctiv denumită <u>epiost.</u>

8. Unitatea anatomică de bază a osului compact este <u>osteonul.</u>

9. Formarea osului este realizată de osteoblaste, care devin ulterior celule responsabile de întreținerea şi reparația osului, numite <u>osteoclaste.</u>

10. Spațiile din interiorul inelelor osoase ale osteonului ce conțin osteocite se numesc lamele.
11. Osificarea intramembranoasă are loc în oasele membrelor inferioare.
12. Osificarea endocondrală are loc la nivelul plăcii diafizare.
13. Creșterea în lungime a osului se încheie când placa epifizară se transformă în cartilaj.
14. Osteoclastele dizolvă osul și furnizează organismului fosfat și calciu.
15. Osteoporoza este o afecțiune caracterizată de formarea excesivă a osului.
16. Articulațiile ce permit mișcări libere se numesc sinartroze.
17. Articulația dintre osul frontal și oasele parietale se numește sutură.
18. Diafizele a două oase lungi adiacente sunt unite printr-o membrană fibroasă, în articulația denumită gomfoză.
19. Simfiza pubiană este un exemplu de diartroză.
20. Lichidul sinovial lubrifiază articulațiile în care se întâlnesc două oase plate.
21. La nivelul patelei și între piele și protuberanțele osoase de sub piele, se întâlnesc saci închiși, cu conținut fluid, numiți burse.
22. Articulația dintre femur și acetabul este un exemplu de articulație sferoidală.
23. O articulație condiloidă este un tip de diartroză în care mișcarea este posibilă într-un singur plan.
24. Flexia este mișcarea articulară prin care unghiul dintre două oase se mărește.
25. Abducția este mișcarea prin care o parte a corpului este îndepărtată de linia mediană, pe când supinația reprezintă mișcarea prin care o parte a corpului este apropiată de linia mediană.

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Joey are 12 ani și vrea să își dezvolte masa musculară. Ca atare, se antrenează ridicând greutăți, crescând zilnic masa totală a acestora. Într-o zi a simțit o durere ascuțită în apropierea cotului, fiind incapabil să mai ridice greutăți. Doctorul care l-a examinat i-a spus că humerusul său a început să se rupă la un capăt. Ce s-a întâmplat? Care este explicația anatomică? O femeie de 25 de ani ar întâmpina aceleași probleme dacă ar începe să ridice greutăți?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 6.7

1. c
2. f
3. b
4. a
5. g
6. h
7. e
8. d

Figura 6.8

1. b
2. f
3. j
4. d
5. a
6. c
7. e
8. k
9. h
10. l
11. i
12. g

SECȚIUNEA B - Completare

1. oase plate
2. oasele lungi
3. ligamente
4. oase wormiene
5. scheletul axial
6. tarsiene
7. hidroxiapatită
8. colagenul
9. celulelor sanguine
10. sternul
11. epifize
12. cartilaj articular
13. periost
14. os spongios
15. măduvă galbenă
16. trabecule
17. osteonul
18. lacune
19. canale perforante
20. osteoblastele
21. osificare
22. osificare intramembranoasă
23. osificare endocondrală
24. placă epifizară
25. osteoclaste
26. calciu
27. osteoporoză
28. amfiartroze
29. sinartroză
30. sutura
31. gomfoză
32. vertebrale

33. cavitate sinovială
34. diartroze
35. lichid sinovial
36. menisc
37. ligamente
38. burse
39. articulație pivotală
40. articulație sferoidală
41. articulație condiloidă
42. articulație selară
43. flexie
44. abducție
45. adducție
46. rotație
47. supinație
48. extensie
49. retracție
50. protracție

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

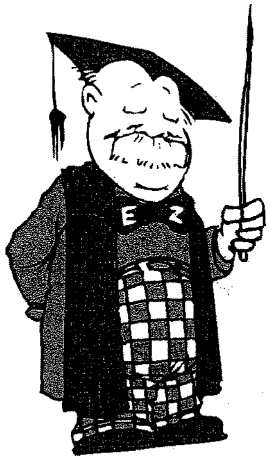
1. B
2. D
3. A
4. D
5. A
6. A
7. D
8. C
9. C
10. C
11. D
12. B
13. C
14. C
15. B
16. C
17. A
18. D
19. B
20. C
21. B
22. B
23. C
24. A
25. C

SECȚIUNEA D - Adevărat/Fals

1. torace
2. epifize
3. A
4. axial
5. colagen
6. măduva roșie
7. periost
8. A
9. osteocite
10. lacune
11. craniului
12. plăcii epifizare
13. os
14. A
15. resorbția
16. diartroze
17. A
18. sindesmoză
19. amfiartroză
20. lungi
21. A
22. A
23. articulație trohleară
24. se micșorează
25. adducția

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Humerusul lui Joey s-a rupt la nivelul metafizei distale, pentru că aceasta nu era complet osificată. O femeie de 25 de ani nu ar avea această problemă, în cazul ei metafizele fiind osificate.



7

Sistemul osos

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol este dedicat sistemului osos. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- clasificați oasele în oase ale scheletului axial și oase ale extremităților;
- denumiți și să caracterizați oasele, în asociere cu funcțiile lor;
- diferențiați curburile fiziologice ale coloanei vertebrale de cele patologice;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Corpul uman conține 206 oase, organizate într-o structură numită **schelet**. Oasele scheletului sunt controlate de sute de mușchi scheletici, care la rândul lor sunt controlați de impulsuri nervoase primite de la sistemul nervos central.

Din punct de vedere anatomic, scheletul este împărțit în două mari categorii. **Scheletul axial** este compus din oase ale axului central al corpului (de exemplu, craniul, coloana vertebrală și cușca toracică). **Scheletul membrelor** este compus din oasele membrelor superioare și inferioare, precum și oasele care atașează membrele la corp.

SCHELETUL AXIAL

Scheletul axial, reprezentând axul central al corpului uman, este alcătuit din 80 de oase (Figura 7.1). Acestea sunt: oasele cuștii toracice, ale coloanei vertebrale, ale craniului și osul hioid. **Craniul** prezintă două regiuni distincte: cutia craniană și oasele feței. Majoritatea oaselor **craniului** sunt plate și strâns legate între ele. **Oasele feței** adăpostesc câteva din organele de simț ale capului: ochii, urechile și nasul.

CUTIA CRANIANĂ

Cutia craniană conține 8 oase unite între ele prin articulații imobile, zimțate, numite **suturi**. Calota craniană este alcătuită din trei oase: **osul frontal**, care formează fruntea și porțiunea anterioară a calotei craniene; două **oase parietale**, plate, curbate, unite între ele pe linia mediană, care formează porțiunea posterioară a calotei craniene; **osul occipital**, care formează partea posterioară a cutiei craniene (Figura 7.2).

Osul frontal conține **foramenele supraorbitale**, orificii prin care nervii și vasele de sânge trec către frunte, precum și **sinusurile frontale**. Osul occipital prezintă un orificiu mare, prin care encefalul se continuă cu măduva spinării, numit **foramen magnum**. Acest os prezintă, de asemenea, două protuberanțe rotunjite, numite **condilii occipitali**. La acest nivel, craniul se articulează cu partea superioară a coloanei vertebrale.

Pereții laterali ai cutiei craniene sunt formați din două **oase temporale**. Aceste oase formează parțial și baza cutiei craniene. Prin **orificiul acustic extern**, un orificiu al osului temporal, undele sonore pătrund în cutia craniană. Sunetul traversează orificiul acustic extern ajungând la urechea internă, situată profund în interiorul osului temporal. Sub fiecare dintre cele două orificii se află o protuberanță rotunjită, **apofiza mastoidă**, locul de atașare pentru mulți dintre mușchii gâtului. Sub fiecare orificiu auditiv se găsește și o proeminență ascuțită, **apofiza stiloidă**. Aceasta reprezintă locul în care se atașează mușchii faringelui și ai limbii. **Fosa mandibulară** este o depresiune care marchează locul în care osul temporal se articulează cu mandibula. **Apofiza zigomatică** este o protuberanță a osului temporal, care contribuie la formarea pomeților obrajilor. Caracteristicile oaselor sunt descrise în Tabelul 7.1.

Osul sfenoid are forma unui fluture și formează partea anterioară a bazei interne a cutiei craniene. Glanda hipofiză este așezată în **șaua turcească**, o depresiune în formă de șa a osului sfenoid. Fața superioară a osului sfenoid conține o fantă, numită **fisura orbitală** superioară, prin care trec vase și nervi.

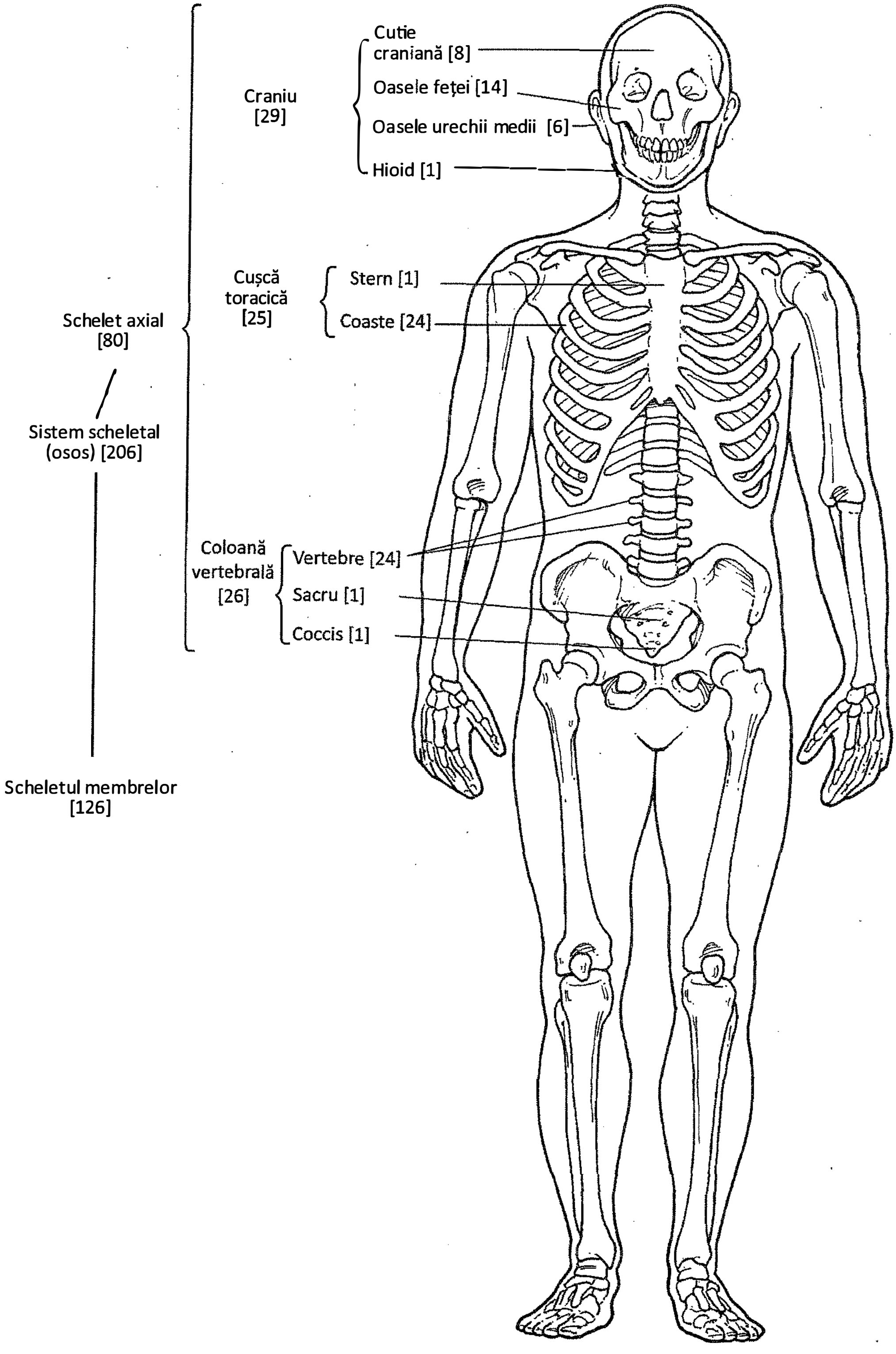


FIGURA 7.1 Oasele scheletului axial uman. Scheletul axial complet este format din 80 de oase. Cifrele din paranteze indică numărul total de oase pentru fiecare componentă a scheletului.

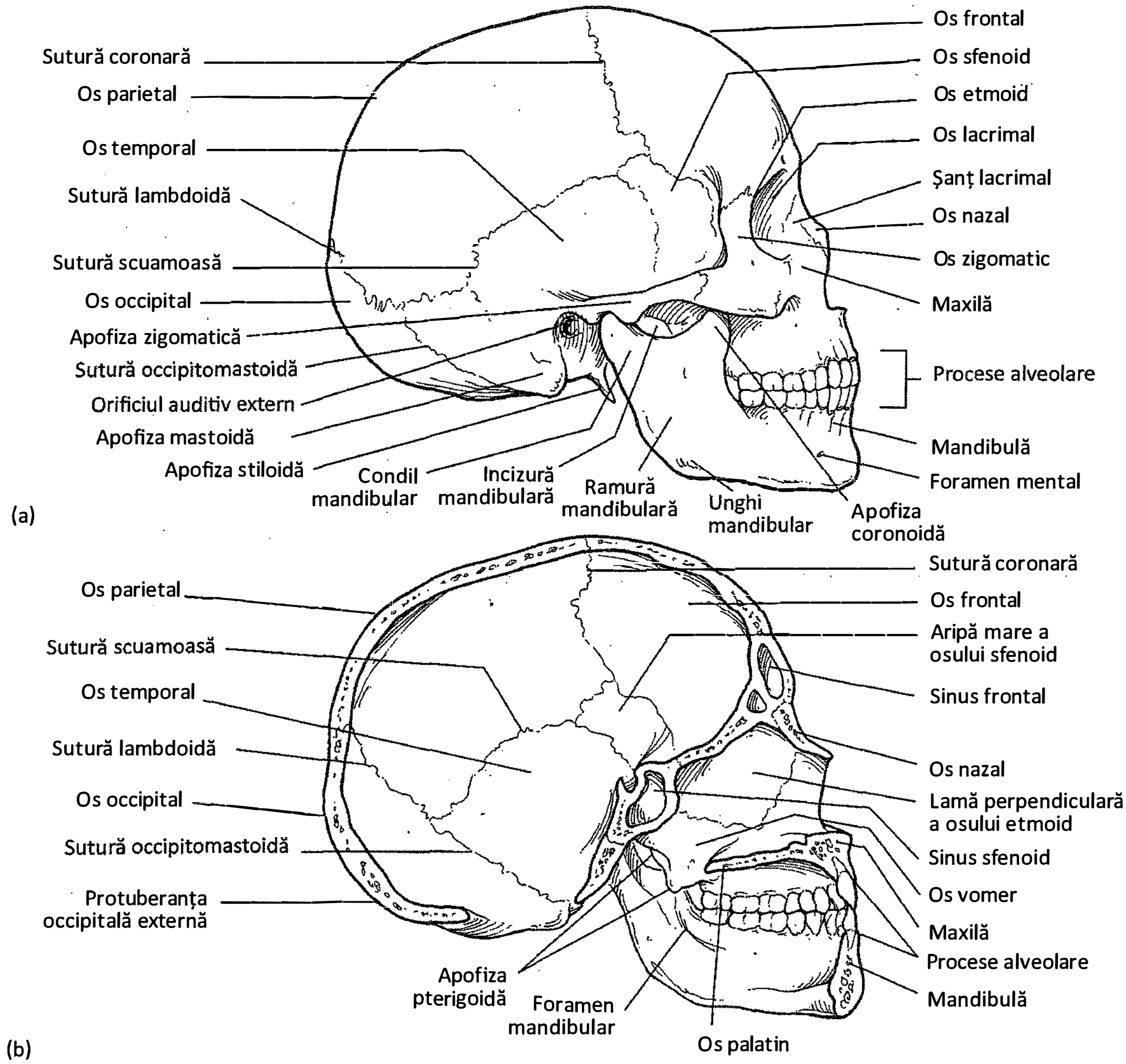


FIGURA 7.2 Craniul - vedere laterală. (a) Anatomia externă a craniului, vedere lateral-dreaptă. (b) Anatomia internă a craniului, secțiune sagitală cu vederea părții stângi a craniului.

Osul etmoid separă cavitatea nazală de cutia craniană. Fibrele nervilor olfactivi (simțul mirosului) trec dinspre nas către encefal prin perforații (numeroase găuri mici) ale osului etmoid. Aceste două perforații se găsesc într-o lamă osoasă subțire, orizontală, denumită **lama ciuruită** a etmoidului. Deasupra lamei ciuruite se află o proeminență triunghiulară, verticală, numită **crista galli** (Figura 7.3).

Oasele craniului sunt unite între ele prin suturi. La nou-născuți, însă, oasele nu sunt unite și spațiile dintre ele sunt încă membranoase. Aceste zone membranoase sunt numite **fontanele** („moalele capului"). Dezvoltarea incompletă a cutiei craniene îi permite acesteia să se îngusteze ușor în timpul nașterii și să crească semnificativ odată cu vârsta. După al doilea an de viață, fontanelele se osifică și suturile se formează complet.

TABELUL 7.1 CARACTERISTICILE OASELOR ȘI DESCRIEREA LOR

Deschideri	
Fisură	Fantă situată între două oase, prin care trec vase și nervi (ex. fisura orbitală superioară a osului sfenoid)
Foramen	Orificiu situat într-un os, traversat de vase și nervi (ex. foramen magnum al osului occipital)
Meat	Pasaj tubular printr-un os (ex. meatul mijlociu al cavității nazale)
Sinus	Cavitate într-un os (ex. sinusul frontal)
Depresiuni	
Fosă	Adâncitură simplă sau escavație pe suprafața unui os (ex. fosa mandibulară a osului temporal)
Șanț (sulcus)	Șanț pe suprafețe osoase care poate conține vase, nervi sau tendoane (ex. șanțul maleolar tibial)
Procese articulare	
Condil	Protuberanță mare, convexă, la unul din capetele osoase (ex. condilul medial sau lateral al femurului)
Cap	Protuberanță rotundă, separată de restul osului printr-o porțiune îngustă numită gât (ex. capul femurului)
Fațetă	Suprafață fină, plată (ex. fațetă costală)
Procese pentru inserția tendoanelor, mușchilor și a ligamentelor	
Creastă	Margine osoasă proeminentă (ex. creasta iliacă a osului coxal)
Epicondil	Proeminență deasupra unui condil (ex. epicondilii laterali femurali)
Linie	Margine mai puțin proeminentă pe suprafața osului (ex. linia aspră a femurului)
Tubercul	Protuberanță mică, rotundă (ex. tuberculul mare al humerusului)
Tuberozitate	Protuberanță mare, rotundă, de obicei rugoasă (ex. tuberozitatea ischiadică a osului coxal)
Trohanter	Protuberanță mare (ex. trohanterul mare al femurului)

OASELE FEȚEI

Masivul facial este format din 14 oase. Pe aceste oase se atașează mușchii masticatori. În același timp, ele oferă puncte de susținere și altor mușchi ai feței și ai capului.

Două oase, denumite **oasele nazale,** fuzionează pe linia mijlocie formând dosul nasului. **Vomerul**, un os vertical, component al **septului nazal,** împarte cavitatea nazală într-o cameră dreaptă și una stângă. Pe pereții laterali ai cavității nazale se găsesc două lame osoase denumite **cornetele nazale inferioare**. Cornetele și vomerul sunt acoperite de mucoasa nazală.

Sub orbite sunt situate două oase ce reprezintă structuri de suport al feței și formează parțial pomeții obrajilor. Aceste două oase sunt **oasele zigomatice**. Fiecare os zigomatic

prezintă o **apofiză temporală**, care se unește cu apofiza zigomatică a osului temporal formând **arcul zigomatic** de la nivelul pomeților obrajilor.

Cele mai mici oase faciale sunt **oasele lacrimale**, care se găsesc la nivelul unghiului medial al ochiului. Şanțurile de pe oasele lacrimale permit scurgerea lacrimilor din orbită către cavitatea nazală.

Maxilarul superior este o denumire improprie a celor două **maxile** sudate între ele pe linia mediană. Ele conțin sinusuri de mari dimensiuni, numite **sinusurile maxilare**. Porțiunea anterioară a palatului dur este formată din oasele maxilare, iar cea posterioară din **oasele palatine**. Oasele palatine participă la formarea planșeului și pereților laterali ai cavității nazale.

Maxilarul inferior (o altă denumire improprie) este format dintr-un os în formă de potcoavă denumit **mandibulă** (Figura 7.4) atașată de cutia craniană printr-o articulație de tip balama. La fiecare extremitate a mandibulei există câte un proces orientat cranial. O parte a procesului, **condilul mandibular**, se articulează cu **fosa mandibulară** a osului temporal. Cealaltă parte, **apofiza coronoidă**, reprezintă locul de atașare a mușchilor masticatori. **Osul hioid**, un os mic, arcuit, permite atașarea mușchilor limbii. Nu se articulează în mod direct cu nici un alt os.

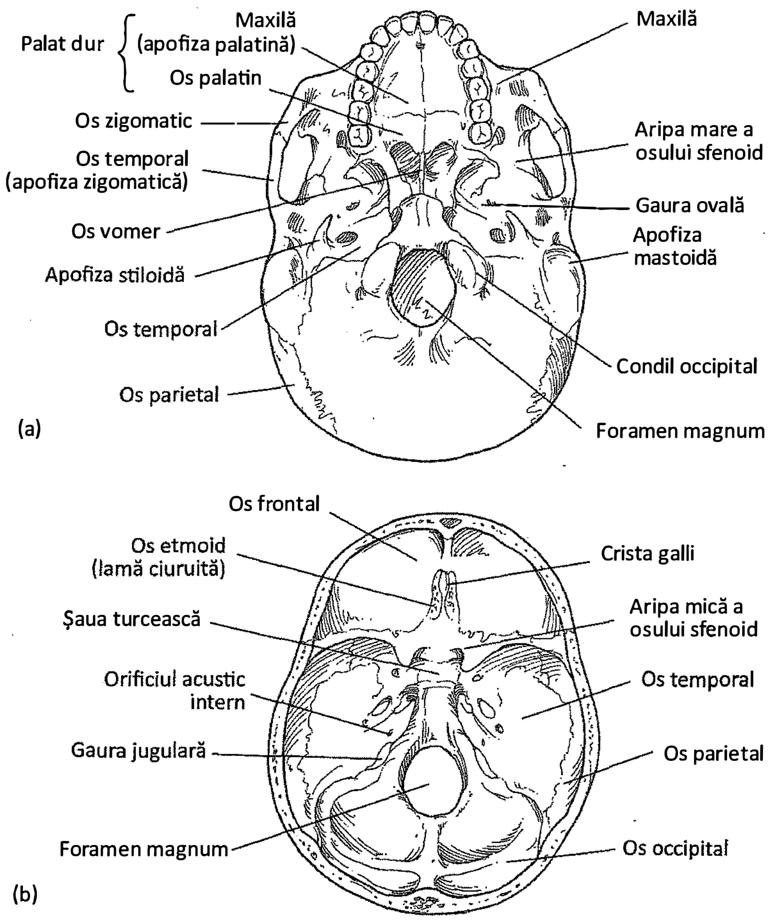


FIGURA 7.3 Cutia craniană - vedere superioară și inferioară. (a) Mandibula este îndepărtată în această imagine, vedere inferioară. (b) Calota craniană a fost îndepărtată în această imagine, vedere superioară.

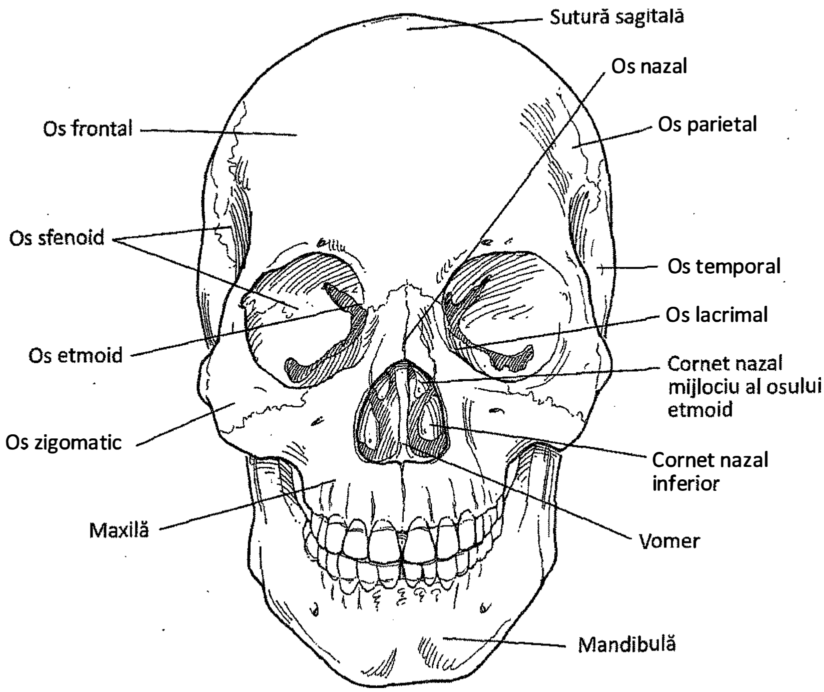


FIGURA 7.4 Craniul, vedere anterioară.

COLOANA VERTEBRALĂ

Coloana vertebrală (denumită de asemenea, şira spinării) se extinde descendent de la baza craniului. Conţine 26 de oase, denumite **vertebre** (Figura 7.5). Întreaga coloană vertebrală cuprinde 7 **vertebre cervicale** (în regiunea gâtului), 12 **vertebre toracice** (în regiunea toracelui), 5 **vertebre lombare** (în regiunea lombară), osul **sacru** (format prin fuziunea a 5 vertebre sacrale) şi **coccisul** (format din fuziunea a 4 vertebre coccigiene).

Până deasupra sacrului, vertebrele sunt separate între ele prin intermediul **discurilor intervertebrale**. Aceste discuri, formate din cartilaj fibros, cu un nucleu central mai moale, absorb şocurile şi permit flexibilitatea coloanei vertebrale. O presiune excesivă poate determina bombarea spre exterior a discului, afecţiune numită **hernie de disc**. O hernie de disc este extrem de dureroasă, deoarece bombarea discului comprimă măduva spinării sau un nerv spinal, producând o durere intensă şi senzaţie de amorţeală.

Privită din lateral, coloana vertebrală este curbată anterior în regiunile cervicală şi lombară, şi posterior, în regiunile toracală şi sacrală (Fig 7.5b). Aceste curburi întăresc coloana vertebrală şi îi cresc flexibilitatea. O curbură laterală anormală a coloanei vertebrale poartă numele de **scolioză**. O exagerare a curburii posterioare toracice poartă numele de **cifoză** (cocoaşă). O exagerare a curburii lombare se numeşte **lordoză**.

Vertebrele individuale variază în dimensiune şi formă. Fiecare vertebră prezintă un **corp**, cilindrul osos, situat între discuri, ce susţine greutatea. Corpurile vertebrale se opun forţelor de compresie exercitate în timpul mişcărilor.

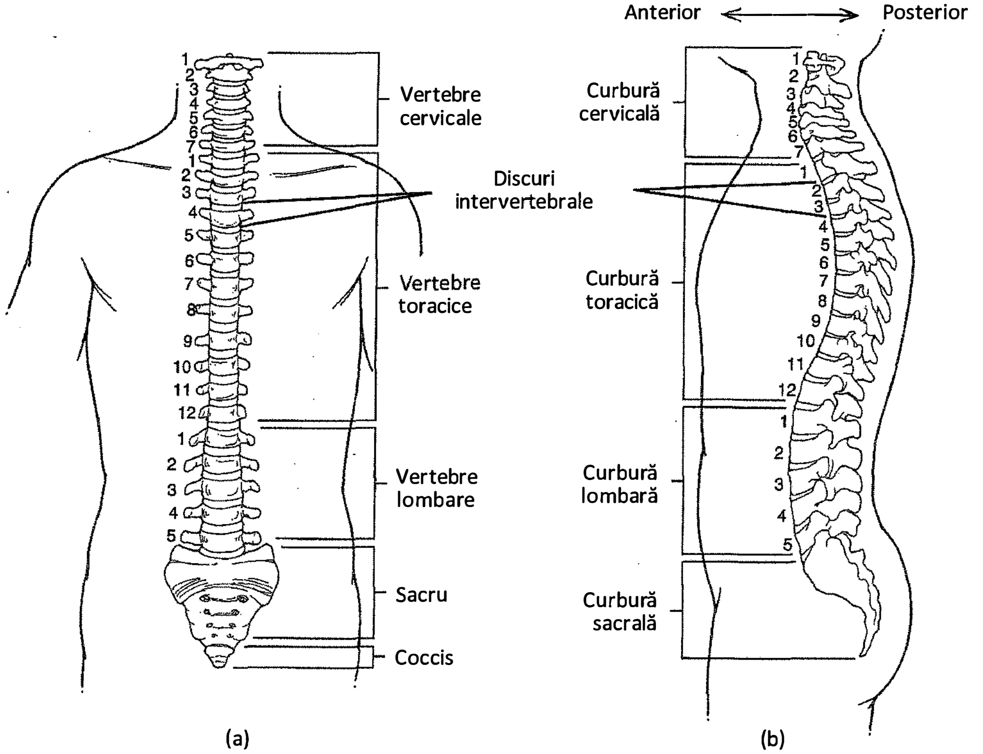


FIGURA 7.5 Coloana vertebrală a scheletului axial. (a) Vedere anterioară a coloanei, ce arată localizarea vertebrelor. (b) Vedere laterală stângă. În această imagine sunt prezentate curburile coloanei vertebrale.

Fiecare vertebră prezintă un **arc vertebral**, care se extinde în spatele corpului înconjurând şi protejând măduva spinării, pe măsură ce aceasta traversează găurile vertebrale (foramene vertebrale) (Figura 7.6). Vertebrele au, de asemenea, **apofize spinoase** în apropierea liniei mijlocii şi **apofize transverse** de fiecare parte a liniei mijlocii. Ambele tipuri de apofize reprezintă locul de ataşare a mai multor muşchi ai spatelui, dar şi al ligamentelor care susţin coloana vertebrală. Aceeaşi funcţie de susţinere o au şi **apofizele articulare** superioare şi inferioare.

Arcul vertebral este format din doi **pediculi**. Aceştia sunt cilindri osoşi scurţi care se desprind din corpul vertebral şi se orientează spre posterior, formând părţile laterale ale arcului vertebral.

Pediculii prezintă incizuri la nivelul marginilor lor care, împreună cu incizurile pediculilor de pe vertebrele adiacente, formează orificii numite **foramene intervertebrale**.

Nervii cu originea la nivelul măduvei spinării trec prin aceste orificii şi se distribuie către ţesuturi.

Două dintre vertebrele cervicale prezintă particularităţi. Prima vertebră, numită **atlas**, susţine şi contribuie la mişcările capului. Cele două procese ale sale, denumite **faţete**, se articulează cu condilii occipitali ai cutiei craniene. Cea de-a doua este **axisul**. **Apofiza**

odontoidă (dintele) a acestui os se orientează în sus şi pătrunde în gaura vertebrală a atlasului. Rotaţiile capului au la bază această articulaţie.

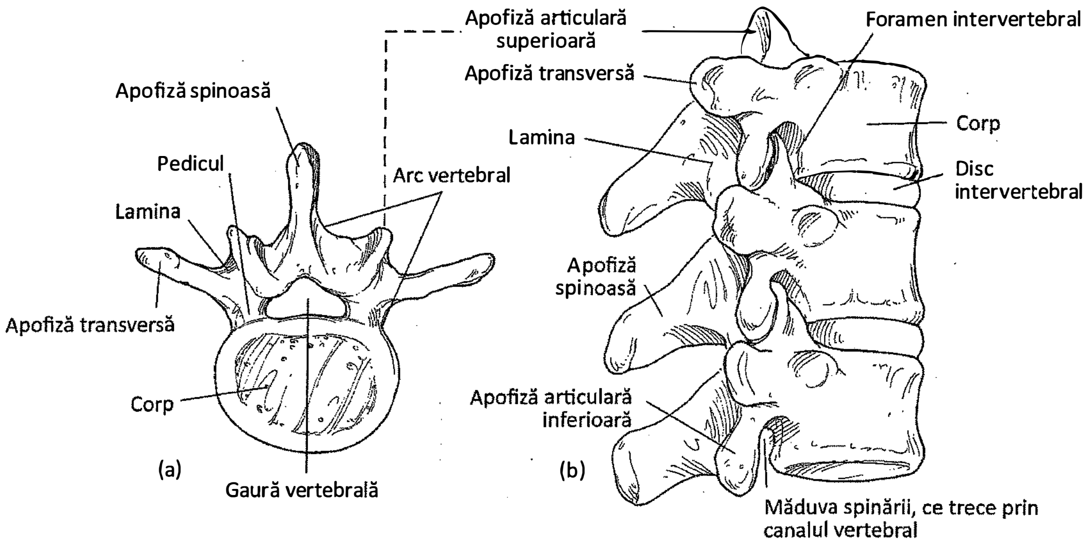


FIGURA 7.6 Detaliile unei vertebre tipice. (a) Vedere de sus a unei vertebre ilustrând apofizele vertebrale cele mai importante. (b) Vedere laterală dreaptă ce ilustrează trei vertebre, cu structurile asociate.

CUŞCA TORACICĂ

Cuşca toracică este formată de stern şi coaste, care împreună alcătuiesc o cutie protectoare. Sternul este compus din trei părţi: **manubriul**, porţiunea superioară cu formă de scut, **corpul**, de forma unei lame de pumnal, aşezat central şi ataşat de coaste, şi **apofiza xifoidă**, în partea inferioară.

Adultul prezintă 12 perechi de **coaste** (Figura 7.7). Primele 7 perechi se numesc **coaste adevărate**, pentru că se articulează direct cu sternul prin intermediul **cartilajelor costale hialine**. Acest tip de articulaţie asigură flexibilitate coastelor şi amortizează şocurile exercitate asupra cuştii toracice. Capetele plate ale coastelor se numesc **faţete**.

Următoarele 5 perechi de coaste se numesc **coaste false**, deoarece nu se articulează direct cu sternul. Coastele 8, 9, 10 prezintă cartilaje costale dar acestea fuzionează cu cartilajul coastei 7. Coastele 11 şi 12 nu prezintă cartilaj, nu se ataşează sternului şi se numesc **coaste flotante**.

DE REŢINUT
Oasele membrului superior şi inferior sunt oase periferice. Toate celelalte oase ale capului şi trunchiului sunt axiale.

SCHELETUL MEMBRELOR

Scheletul membrelor este compus din 126 de oase ale membrelor, precum şi din oase care conectează membrele la scheletul axial. Oasele de legătură sunt cunoscute sub denumirea de **centuri**. Există două astfel de centuri: **centura pectorală**, care conectează braţele de cuşca toracică şi **centura pelviană**, care conectează oasele membrelor inferioare la sacru (Figura 7.8).

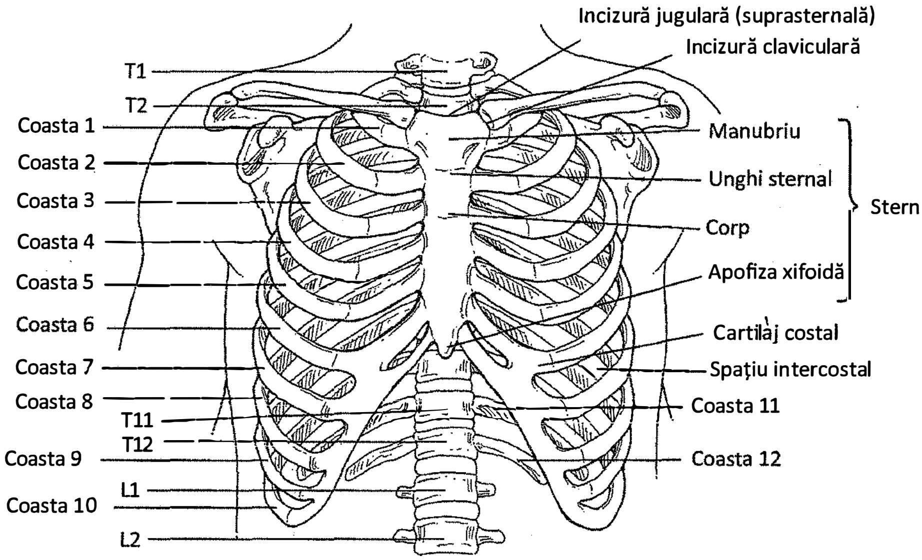


FIGURA 7.7 Vedere anterioară a cuștii toracice, parte a scheletului axial. Zece perechi de coaste sunt atașate de cartilajele costale, iar două perechi sunt coaste flotante.

MEMBRUL SUPERIOR ȘI CENTURA PECTORALĂ

Centura pectorală este compusă din scapulă și claviculă. **Scapula** este un os mare, triunghiular, atașat de scheletul axial prin intermediul mușchilor și al ligamentelor. Suprafața posterioară a fiecărei scapule conține o porțiune osoasă numită **spina scapulei**. Spina scapulei se continuă cu **acromionul**, care formează o proeminență la nivelul umărului, și cu **apofiza coracoidă**. Ambele procese reprezintă arii de inserție musculară. Capătul lateral, îngust, al fiecărei scapule formează o cavitate prin intermediul căreia scapula se articulează cu osul brațului. Această cavitate se numește **fosa glenoidă**.

Clavicula este un os în formă de tijă, care atașează scapula de partea superioară a sternului. Mușchii care se inseră pe scapulă și claviculă conectează oasele membrului superior de scheletul axial. Osul brațului, care se articulează cu scapula la nivelul cavității glenoide, se numește **humerus.** La extremitatea superioară, humerusul prezintă un **cap** neted și rotund. Sub capul humerusului se află două mici protuberanțe, **tuberculul mare** și **tuberculul mic**, care reprezintă zone de inserții musculare.

Șanțul intertubercular este depresiunea dintre tuberculul mare și cel mic. Aproape de mijlocul humerusului întâlnim o rugozitate, denumită **tuberozitatea deltoidă.** Aceasta are forma literei „V" și reprezintă zona de inserție a mușchiului deltoid. La nivelul extremității inferioare a humerusului se găsesc doi **condili**, iar deasupra lor, doi **epicondili**; la nivelul celor doi condili, trohleea și capitulum, se articulează oasele antebrațului, ulna și radiusul; cei doi epicondili servesc pentru inserții musculare. **Fosa coronoidă** este o depresiune aflată între epicondili, în care pătrunde apofiza coronoidă a ulnei. O altă depresiune, **fosa olecraniană**, este destinată olecranului ulnei (Figura 7.9).

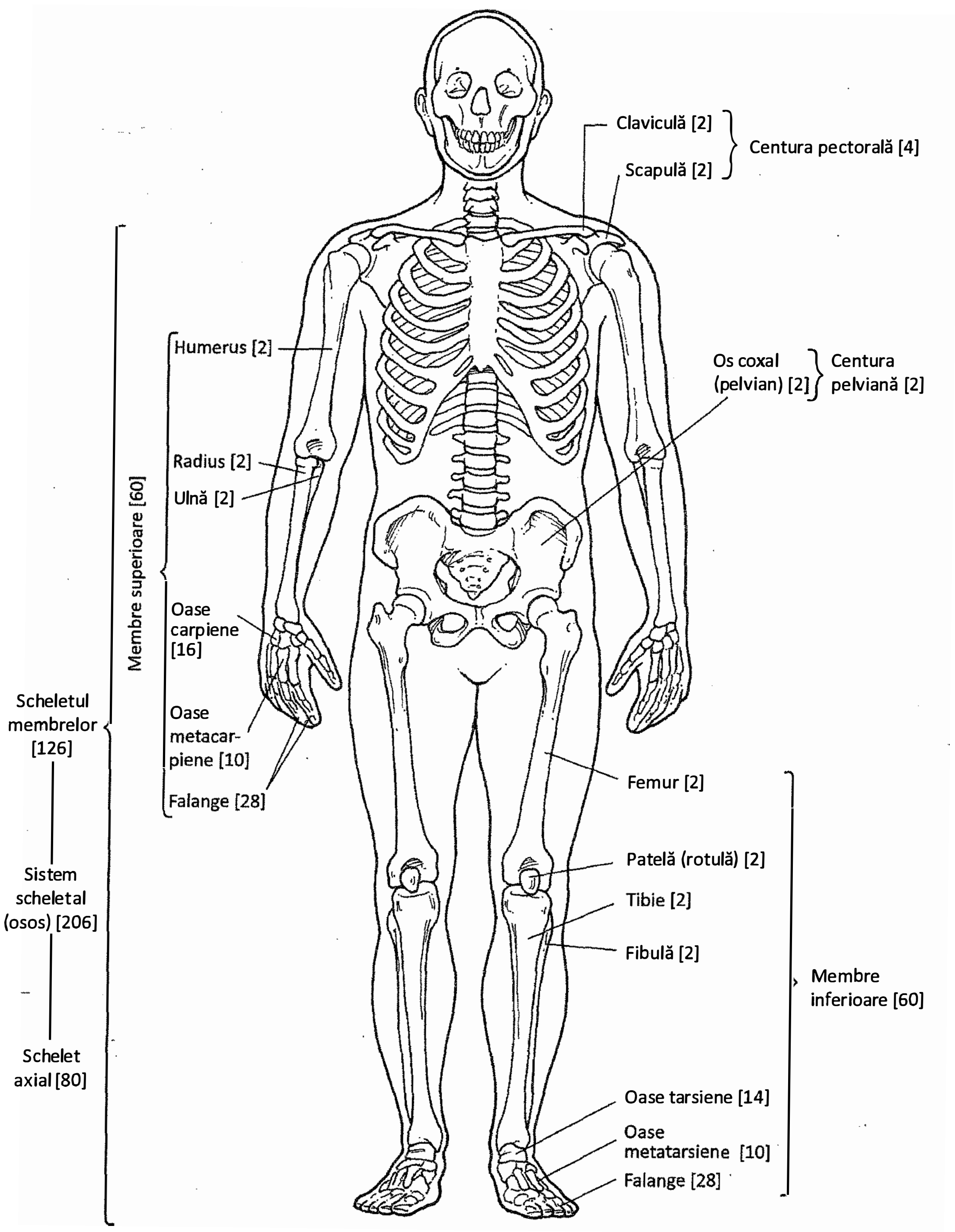


FIGURA 7.8 Scheletul membrelor, alcătuit din 126 de oase. Cifrele din paranteze indică numărul total de oase pentru fiecare componentă a scheletului.

Humerusul se articulează la nivelul cotului cu cele două oase ale antebrațului, **radiusul** şi **ulna**. Ulna, osul situat medial pe antebraț (de partea degetului mic) se articulează cu humerusul la nivelul **apofizei coronoide**, de dimensiuni mai mici, şi al **olecranului** care este mai mare, formând cotul. Radiusul, osul lateral al antebrațului (de partea degetului mare) se articulează cu humerusul la nivelul **capului** radial. **Tuberozitatea radială** proximală reprezintă zonă de inserții musculare, iar **procesul stiloid** de la nivelul capătului distal al radiusului primeşte ligamentele încheieturii mâinii. **Membrana interosoasă** conectează marginile interosoase ale radiusului şi ulnei.

Radiusul şi ulna se articulează distal cu o serie de oase mai mici ale încheieturii mâinii, numite **oase carpiene**. Există 8 oase carpiene aşezate în două rânduri a câte patru. Oasele carpiene se numesc pisiform, semilunar, piramidal, osul cu cârlig (hamatum), capitat, scafoid, trapez şi trapezoid. Dimensiunile mici ale acestor oase şi articulațiile dintre ele permit o mare flexibilitate a încheieturii mâinii.

Oasele carpiene se articulează cu **metacarpienele**, 5 oase numerotate de la 1 la 5, la nivelul palmei. Metacarpienele, la rândul lor, se articulează cu oasele degetelor, numite **falange**. Degetul mare are două falange, iar fiecare dintre celelalte degete are 3 falange.

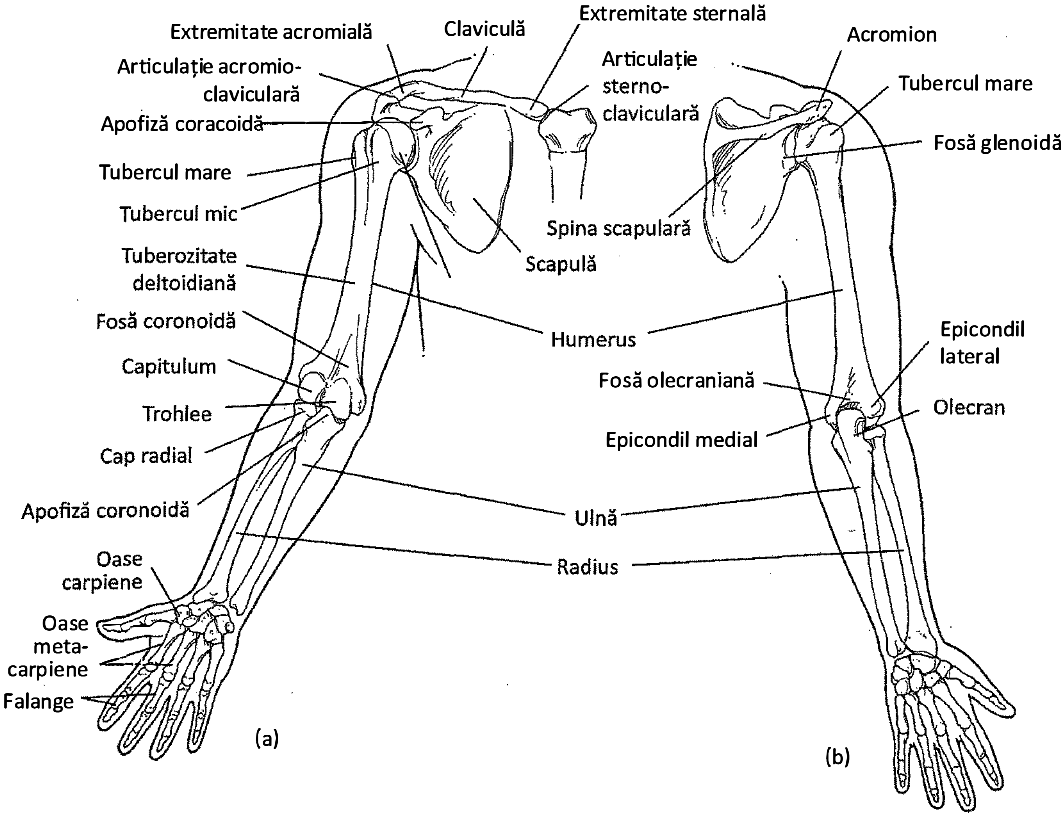


FIGURA 7.9 Membrul superior drept şi centura pectorală. (a) Vedere anterioară ilustrând structurile importante pentru articulații şi inserții musculare. (b) Vedere posterioară a membrului superior drept.

CENTURA PELVIANĂ ȘI MEMBRUL INFERIOR

Centura pelviană este alcătuită din **oasele pelvisului** sau **coxale.** Oasele coxale formează bazinul care conține organele din abdomenul inferior. Ele se articulează cu osul sacru prin intermediul unui țesut conjunctiv fibros.

Fiecare os coxal este format din fuziunea a trei oase: **ilion, ischion** și **pubis.** Partea superioară liberă, lărgită a pelvisului este ilionul. Marginea acestuia se numește **creasta iliacă.** În regiunea posterioară, ilionul se articulează cu sacrul în **articulația sacroiliacă.**

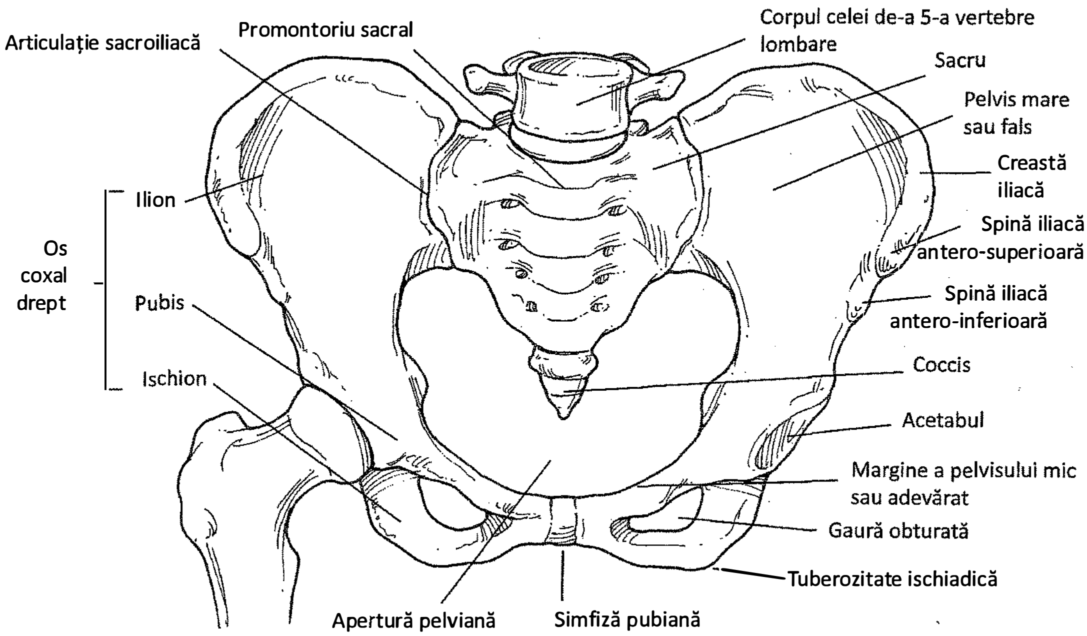


FIGURA 7.10 Structura centurii pelviene.

Ischionul este partea inferioară a osului coxal. Zona pe care ședem este formată din cele două ischioane. Fiecare ischion are o proeminență largă, rugoasă, numită **tuberozitatea ischiadică,** unde se atașează ligamentele și mușchii membrului inferior. Deasupra fiecărei tuberozități se află o protuberanță ascuțită, numită **spina ischiadică.** Ischionul, ilionul și pubisul se întâlnesc formând o zonă cavitară în formă de cupă, numită **acetabul.** Capul rotund al femurului (osul coapsei) se articulează cu acetabulul.

Oasele pubiene fuzionează la nivelul liniei mediane într-o articulație numită **simfiza pubiană.** La femeie, simfiza pubiană este flexibilă și permite creșterea diametrelor pelvisului, facilitând pasajul fetusului prin canalul genital în timpul nașterii (Tabelul 7.2 compară pelvisul feminin cu cel masculin). Între corpurile pubisului și ischionului se află un orificiu larg, numit **gaura obturată,** care permite pasajul unor nervi și vase de sânge către membrul inferior. Gaura obturată este cel mai larg foramen al scheletului.

TABELUL 7.2 COMPARAȚIE ÎNTRE PELVISUL FEMININ ȘI CEL MASCULIN

Aspect	Comparație
Pelvisul	Oasele pelvisului feminin sunt mai ușoare, mai subțiri. Gaura obturată și acetabulul sunt mai mici și mai îndepărtate între ele decât la bărbați.
Cavitatea pelviană (micul bazin)	Cavitatea pelviană feminină este mai largă, mai scurtă și mai încăpătoare, cu un aspect de pâlnie, mai mică decât a bărbatului. Distanțele dintre spinele ischiadice și tuberozitățile ischiadice sunt mai mari decât la bărbat.
Osul sacru	Sacrul este mai larg la femei, iar curbura sacrată este mai arcuită posterior decât la bărbat.
Coccisul	La femei, coccisul este mult mai flexibil decât la bărbați.

Osul coapsei este numit **femur.** Femurul se articulează la nivelul centurii pelviene prin acetabul și este cel mai mare și mai rezistent os al corpului. Porțiunea superioară a femurului este alcătuită din **capul femural**, rotund, de dimensiuni mari, un **gât** și două proeminențe denumite **trohanterul mare** și **trohanterul mic**. De aceste proeminențe se atașează mușchii membrelor inferioare și ai feselor. La capătul distal al femurului se află două protuberanțe rotunjite, **condilul medial** și **cel lateral**, care se articulează cu condilii tibiali.

Femurul întâlnește oasele gambei la nivelul rotulei sau **patelei**. Oasele gambei sunt tibia, sau „fluierul piciorului", și fibula. **Tibia** este mai mare și se situează în partea medială a gambei. Ea prezintă un **condil medial** și unul **lateral** care se articulează cu condilii femurali. Pe marginea anterioară a tibiei se găsește **tuberozitatea tibiei**, care reprezintă locul de inserție a ligamentului patelar. La nivelul gleznei se află o proeminență numită **maleola medială**, care prezintă multiple inserții ligamentare; **șanțul maleolar** este un șanț pentru pasajul vaselor. **Fibula** este osul mai subțire, aflat în partea laterală a gambei. La capătul distal al fibulei se află **maleola laterală**, de care, de asemenea, se atașează ligamente (Figura 7.11).

Glezna este formată din 7 **oase tarsiene**. Numele oaselor tarsiene sunt: talus, calcaneu, navicular, cuboid, cuneiform medial, cuneiform intermediar și cuneiform lateral. Tarsienele se articulează cu **metatarsienele** (de la 1 la 5) la nivelul piciorului. Metatarsienele se unesc, la rândul lor, cu oasele degetelor, numite **falange**. Degetul mare are două falange și fiecare dintre celelalte degete are 3 falange. Degetele de la mână au aceeași așezare a falangelor.

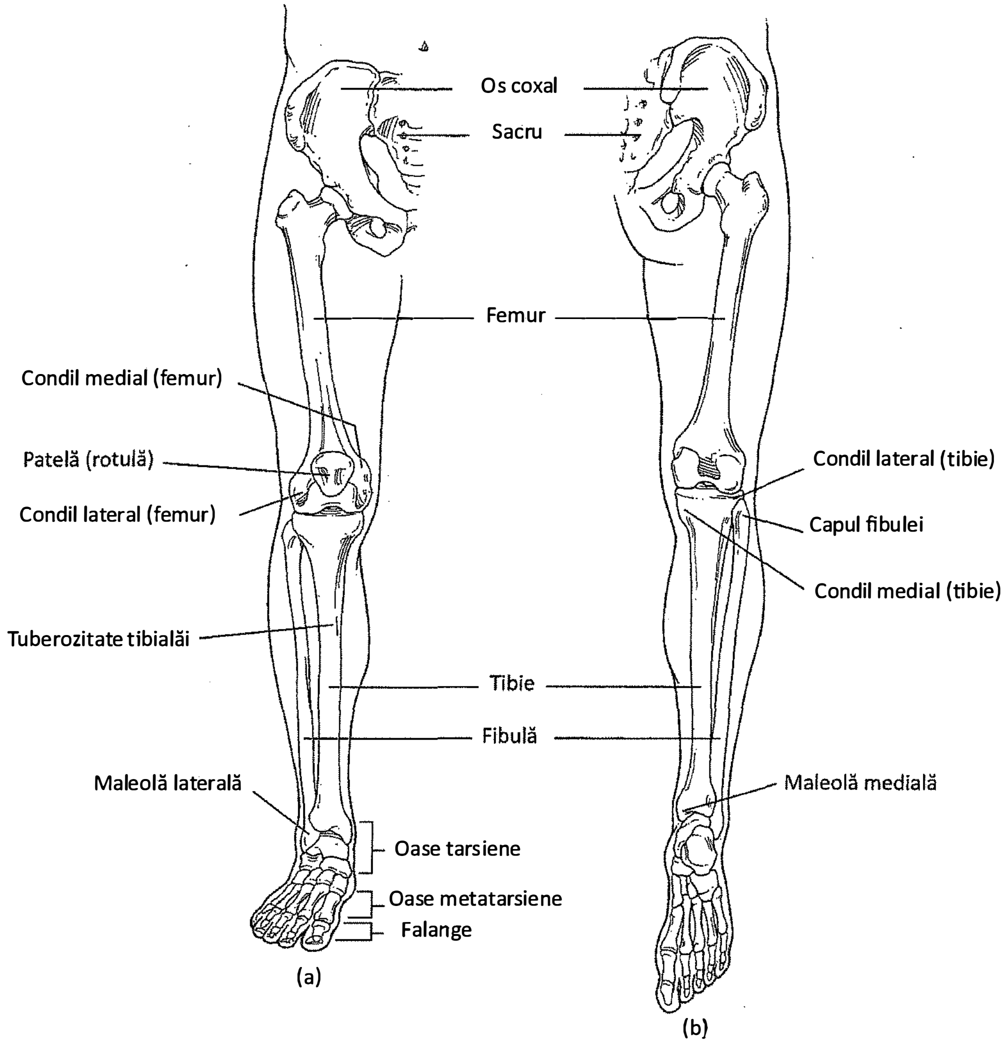
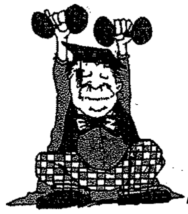


FIGURA 7.11 Membrul inferior drept şi centura pelviană. (a) Vedere anterioară ilustrând structurile importante pentru articulaţii şi inserţii musculare. (b) Vedere posterioară a membrului inferior drept.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare oaselor.

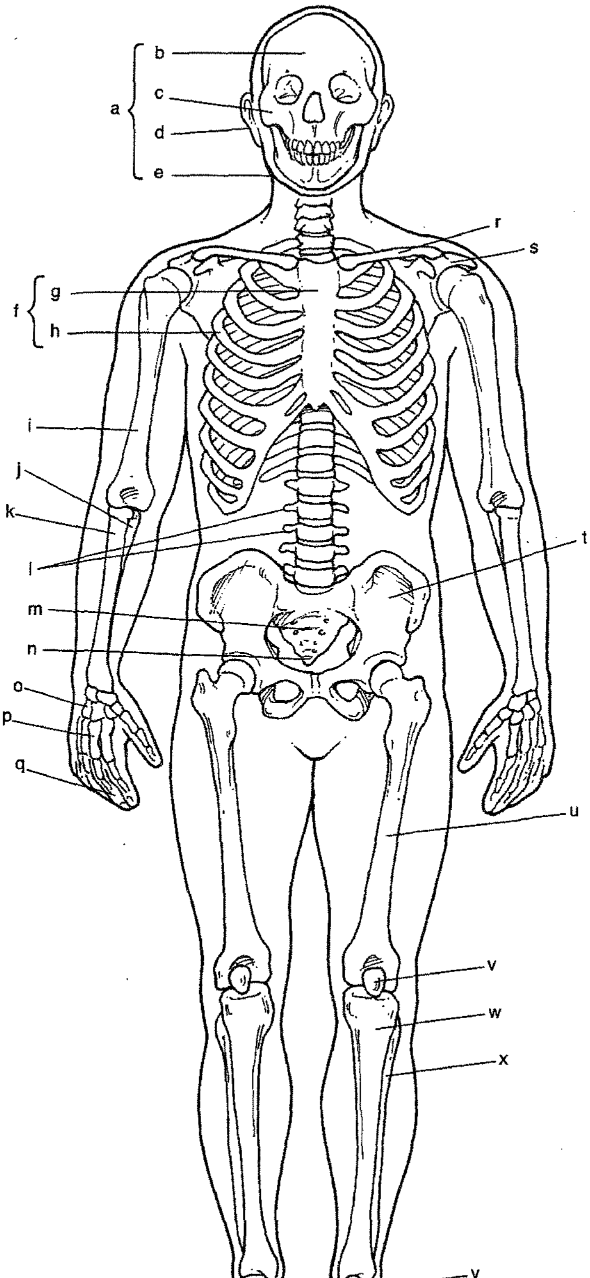


FIGURA 7.12

__ 1. Oasele auditive
__ 2. Carpienele
__ 3. Clavicula
__ 4. Coccisul
__ 5. Cutia craniană
__ 6. Oasele feței
__ 7. Femurul
__ 8. Fibula
__ 9. Humerusul
__10. Hioidul
__11. Metacarpienele
__12. Metatarsienele
__13. Patela
__14. Osul coxal (pelvian)
__15. Falangele (picior)
__16. Falangele (mână)
__17. Radiusul
__18. Coastele
__19. Sacrul
__20. Scapula
__21. Craniul
__22. Sternul
__23. Tarsienele
__24. Cușca toracică
__25. Tibia
__26. Ulna
__27. Vertebrele

Identificați corect literele corespunzătoare structurilor craniului.

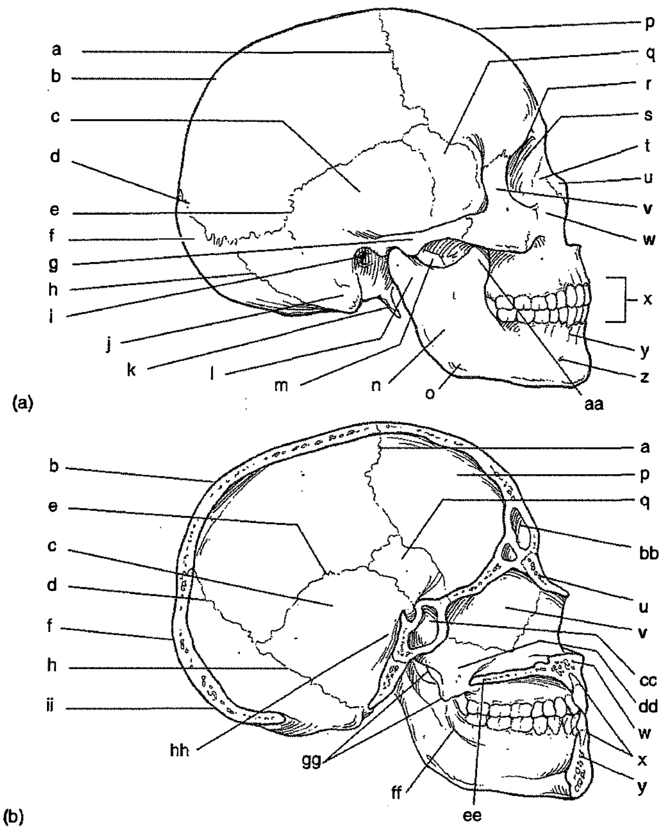


FIGURA 7.13

__ 1. Procesele alveolare
__ 2. Sutura coronară
__ 3. Apofiza coronoidă
__ 4. Osul etmoid
__ 5. Orificiul auditiv extern
__ 6. Protuberanța occipitală externă
__ 7. Osul frontal
__ 8. Sinusul frontal
__ 9. Orificiul acustic intern
__10. Osul lacrimal
__11. Șanțul lacrimal
__12. Sutura lambdoidă
__13. Mandibula
__14. Unghiul mandibulei
__15. Condilul mandibular
__16. Gaura mandibulară
__17. Incizura mandibulară
__18. Ramura mandibulară
__19. Apofiza mastoidă
__20. Maxila
__21. Gaura mentonieră
__22. Osul nazal
__23. Osul occipital
__24. Sutura occipitomastoidă
__25. Osul palatin
__26. Osul parietal
__27. Apofiza pterigoidă
__28. Osul sfenoid
__29. Sinusul sfenoid
__30. Sutura scuamoasă
__31. Apofiza stiloidă
__32. Osul temporal
__33. Osul vomer
__34. Osul zigomatic
__35. Apofiza zigomatică

Identificați corect literele corespunzătoare structurilor craniului.

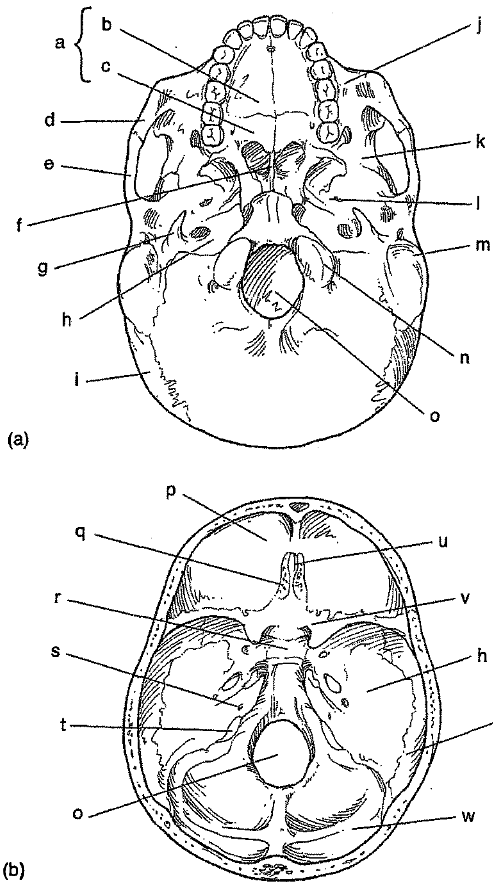


FIGURA 7.14

__ 1. Crista galli
__ 2. Osul etmoid (lama ciuruită)
__ 3. Foramen magnum
__ 4. Gaura ovală
__ 5. Osul frontal
__ 6. Palatul dur
__ 7. Orificiul acustic intern
__ 8. Gaura jugulară
__ 9. Apofiza mastoidă
__10. Maxila
__11. Apofiza palatină a maxilei
__12. Osul occipital
__13. Condilul occipital
__14. Osul palatin
__15. Osul parietal
__16. Șaua turcească
__17. Osul sfenoid (aripile mari)
__18. Osul sfenoid (aripile mici)
__19. Apofiza stiloidă
__20. Osul temporal
__21. Apofiza zigomatică a osului temporal
__22. Osul vomer
__23. Osul zigomatic

***SECȚIUNEA B – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Oasele extremităților superioare și inferioare alcătuiesc ____________.

2. Mișcările oaselor sunt asigurate de ____________ corpului.

3. Numărul oaselor scheletului axial este de _____________.
4. Numărul oaselor cutiei craniene este de _____________.
5. Oasele craniului sunt unite între ele prin articulaţii imobile denumite _____________.
6. Fruntea şi porţiunea anterioară a calotei craniene sunt formate de _____________.
7. Baza posterioară a craniului este formată din _____________.
8. Osul occipital conţine o gaură largă pentru pasajul măduvei spinării cunoscută ca _____________.
9. Oasele care alcătuiesc porţiunile laterale ale cutiei craniene se numesc _____________.
10. Apofiza mastoidă este o protuberanţă rotunjită a _____________.
11. Protuberanţa osului temporal care ajută la formarea pomeţilor este _____________.
12. Osul cutiei craniene în formă de fluture care formează partea anterioară a bazei interne a craniului este _____________.
13. Lama osului etmoid, subţire, orizontală şi perforată, formează _____________.
14. Glanda hipofiză este aşezată într-o depresiune în formă de şa a osului sfenoid cunoscută ca _____________.
15. Zonele membranoase dintre oasele cutiei craniene ale nou-născutului se numesc _____________.
16. Cavitatea nazală este divizată într-o cameră dreaptă şi una stângă de către o structură verticală denumită _____________.
17. Fiecare os zigomatic are o prelungire, care formează partea anterioară a pomeţilor obrajilor şi este cunoscută ca _____________.
18. Cele mai mici oase al feţei sunt _____________.
19. Maxilarul superior este format din două oase numite _____________.
20. Maxilarul inferior este format dintr-un os în formă de potcoavă numit _____________.
21. Coloana vertebrală este alcătuită din 26 de oase numite _____________.
22. Cele cinci vertebre sacrale fuzionează între ele pentru a forma osul _____________.
23. Vertebrele gâtului se numesc _____________.

24. Vertebrele neunite ale coloanei vertebrale sunt separate de _____________.
25. Curburile patologice înspre lateral ale coloanei vertebrale se numesc _____________.
26. Cilindrul care preia greutatea vertebrei și care se găsește între discurile intervertebrale se numește _____________.
27. Coloana vertebrală conține măduva spinării, care traversează deschideri ale vertebrelor numite _____________.
28. Prima vertebră a coloanei vertebrale se numește _____________.
29. Apofiza vertebrei axis, care pătrunde în interiorul inelului primei vertebre, se numește _____________.
30. Cele trei părți componente ale sternului sunt manubriul, corpul și _____________.
31. Coastele adevărate sunt atașate direct de stern prin _____________.
32. Ultimele două perechi de coaste nu sunt atașate sternului și sunt numite _____________.
33. Membrele superioare sunt atașate cuștii toracice prin intermediul unor oase de legătură ce alcătuiesc _____________.
34. Acromionul și apofiza coracoidă sunt părți ale osului numit _____________.
35. Osul situat anterior, în formă de tijă, care conectează oasele membrului superior la scheletul axial, este _____________.
36. Cavitatea de la nivelul scapulei cu care se articulează humerusul se numește _____________.
37. Suprafața din centrul humerusului unde se inseră mușchiul deltoid se numește _____________.
38. Fosa coronoidă este o depresiune localizată între epicondilii _____________.
39. Olecranul este o structură a _____________.
40. Hamatumul (osul cu cârlig), capitatul și trapezoidul aparțin oaselor _____________.
41. Falangele mâinii sunt oase care se găsesc la nivelul _____________.
42. Cele trei oase ale pelvisului sunt ilionul, ischionul și _____________.
43. Articulația unde se întâlnesc ilionul și sacrul se numește _____________.
44. Cel mai mare și mai rezistent os al corpului este _____________.
45. Orificiul larg al osului coxal se numește _____________.

46. Rotula se mai numește și ______________.

47. Osul subțire aflat pe partea laterală a gambei se numește ______________.

48. Osul mai mare aflat pe partea medială a gambei se numește ______________.

49. Glezna este formată din ______________ oase tarsiene.

50. Oasele degetelor sunt cunoscute sub denumirea de ______________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Scheletul membrelor este alcătuit din oase ale
   A. craniului
   B. toracelui
   C. coloanei vertebrale
   D. membrului superior și inferior

2. Cutia craniană este compusă dintr-o serie de oase
   A. care rămân separate
   B. care sunt unite prin suturi
   C. care nu conțin vase de sânge
   D. care sunt lungi și rotunde în centru

3. Toate sunt oase ale cutiei craniene, *cu excepția*
   A. osului temporal
   B. osului frontal
   C. humerusului
   D. osului occipital

4. Atât foramen magnum, cât și gaura obturată, sunt
   A. găuri largi la nivelul oaselor
   B. fibre nervoase care trec prin oase
   C. artere care deservesc oasele
   D. oase ale centurii pelviene

5. Toate structurile următoare aparțin osului temporal, *cu excepția*
   A. apofizei mastoide
   B. orificiului auditiv extern
   C. apofizei stiloide
   D. apofizei xifoide

6. Pomeții obrajilor sunt formați din apofize ale oaselor
   A. occipital și etmoid
   B. zigomatic și temporal
   C. sfenoid și nazal
   D. parietal și frontal

7. Depresiunea osului sfenoid în formă de şa, care adăposteşte glanda hipofiză, se numeşte
   A. manubriu
   B. șaua turcească
   C. creastă iliacă
   D. crista galli

8. Crista galli și lama ciuruită aparțin
   A. osului occipital
   B. osului temporal
   C. osului sfenoid
   D. osului etmoid

9. Maxila, împreună cu osul palatin, formează
   A. procesul zigomatic
   B. sternul
   C. palatul dur
   D. olecranul

10. Următoarele sunt tipuri de vertebre, *cu excepția*
    A. vertebrelor lombare
    B. vertebrelor toracice
    C. vertebrelor femurale
    D. vertebrelor cervicale

11. Scolioza şi cifoza sunt afecţiuni care rezultă din
    A. dezvoltarea anormală a sternului
    B. curburi anormale ale coloanei vertebrale
    C. sutura incompletă a oaselor cutiei craniene
    D. dezvoltarea anormală a oaselor piciorului

12. Coccisul și sacrul sunt
    A. oase ale membrului inferior
    B. oase ale feței
    C. vertebre fuzionate
    D. oasele sternului

13. Atlasul și axisul sunt
    A. oasele antebrațului
    B. primele două vertebre
    C. oasele pubiene
    D. ultimele două vertebre

14. Manubriul este
    A. osul coapsei
    B. osul articulației mâinii
    C. partea superioară a sternului
    D. osul inferior al umărului

15. Scapula este osul centurii pectorale care conține
    A. acromionul și apofiza coracoidă
    B. apofiza stiloidă și apofiza radială
    C. apofiza scafoidă și tuberculul mare
    D. trohanterul mic și tuberozitatea deltoidiană

16. Fosa glenoidă și acetabulul sunt
    A. oase ale cuștii toracice
    B. oase carpiene
    C. cavități în care se articulează oase mari
    D. apofize ale radiusului

17. Clavicula este un os în formă de tijă al
    A. centurii pelviene
    B. centurii pectorale
    C. vertebrelor lombare
    D. osului pubian

18. Mușchiul deltoid se inseră pe humerus la nivelul
    A. tuberozității deltoidiene
    B. tuberculului deltoidian
    C. fosei deltoidiene
    D. condilului deltoidian

19. Următoarele sunt oase carpiene, *cu excepția*
    A. capitatului
    B. trapezoidului
    C. pisiformului
    D. cuboidului

20. Toate degetele au trei falange, *cu excepția*
    A. degetului mare, care are două falange
    B. indexului, care are o falangă
    C. degetului inelar, care are patru falange
    D. degetului mic, care are doar o falangă

21. Suprafața pelviană pe care ședem este formată din
    A. osul pubian și ischion
    B. cele două oase pubiene
    C. ilion și pubis
    D. cele două oase ischiadice

22. Următoarele sunt structuri ale femurului, *cu excepția*
    A. trohanterului mare
    B. maleolei mediale
    C. trohanterului mic
    D. condilului lateral

23. Următoarele afirmații se referă la femur, *cu excepția*
    A. se articulează cu centura pelviană la nivelul acetabulului
    B. are un cap mare, rotund
    C. întâlnește tibia și fibula la nivelul articulației genunchiului
    D. este unul dintre cele mai mici oase ale corpului

24. Osul subțire, aflat pe partea laterală a gambei
    A. este fibula
    B. conține tuberozitatea tibială
    C. se unește cu ischionul
    D. este femurul

25. Oasele tarsiene se articulează distal cu
    A. 11 falange
    B. 5 metatarsiene
    C. 7 tarsiene
    D. partea inferioară a tibiei

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul* <u>*subliniat*</u> *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Sistemul scheletal este divizat în două mari părți, numite scheletul axial și scheletul <u>auxiliar.</u>
2. Cutia craniană este compusă din <u>16</u> oase unite între ele prin articulații imobile numite suturi.
3. Porțiunea posterioară a calotei craniene este formată din două oase arcuite numite oase <u>occipitale.</u>
4. Foramen magnum este o gaură largă în osul <u>frontal</u> prin care trece măduva spinării și se continuă cu encefalul.
5. Orificiul acustic extern este un orificiu la nivelul osului temporal care conduce către partea internă a <u>ochiului.</u>
6. Mulți dintre mușchii gâtului se inseră la nivelul osului temporal prin intermediul <u>trohanterului mare.</u>
7. Apofiza zigomatică a osului <u>zigomatic</u> ajută la formarea pomeților obrajilor.
8. <u>Glanda hipofiză</u> se află într-o depresiune a osului sfenoid numită șaua turcească.
9. Lama ciuruită și <u>apofiza stiloidă</u> sunt structuri ce aparțin osului etmoid.
10. <u>Fontanelele</u> sunt arii membranoase de la nivelul cutiei craniene a nou-născutului, înainte ca oasele să fuzioneze între ele.

11. Cavitatea nazală este divizată într-o cameră dreaptă și una stângă de către un os vertical numit osul etmoid.
12. Osul hioid este atașat mușchilor limbii.
13. Osul maxilarului inferior are forma unei potcoave și se numește maxilă.
14. Vertebrele gâtului sunt cunoscute ca vertebre toracice.
15. Curbura posterioară exagerată a coloanei vertebrale toracice se numește scolioză.
16. Apofiza spinoasă și cea transversă a vertebrelor reprezintă locuri de atașare pentru majoritatea ligamentelor spatelui.
17. Apofiza odontoidă a atlasului se orientează în sus, în interiorul inelului format de prima vertebră.
18. Porțiunea inferioară a sternului este manubriul.
19. Există 14 perechi de coaste în corpul uman.
20. Osul centurii pectorale de formă triunghiulară, situat posterior, se numește clavicula.
21. Cavitatea aparținând centurii pectorale, în care se articulează osul brațului, se numește acetabul.
22. Olecranul radiusului se articulează cu fosa olecraniană a humerusului.
23. Oasele încheieturii mâinii sunt numite carpiene.
24. Cele trei oase care formează osul coxal sunt ilionul, ischionul și pubisul.
25. Trohanterul mare și mic al patelei reprezintă locul de inserție a multor mușchi ai membrului inferior.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Tom a suferit un accident prin cădere de pe un stâlp, fracturându-și oasele de lângă cotul stâng și glezna stângă. Doctorul i-a spus că și-a fracturat maleola laterală stângă, olecranul stâng și epicondilul medial stâng. Cunoscând componentele osoase fracturate, numiți oasele care au fost rupte.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 7.12

1. d
2. o
3. r
4. n
5. b
6. c
7. u
8. x
9. i
10. e
11. p
12. z
13. v
14. t
15. aa
16. q
17. k
18. h
19. m
20. s
21. a
22. g
23. y
24. f
25. w
26. j
27. l

Figura 7.13

1. x
2. a
3. aa
4. r
5. i
6. ii
7. p
8. bb
9. hh
10. s
11. t
12. d
13. y
14. o
15. l
16. ff
17. m
18. n
19. j
20. w
21. z
22. u
23. f
24. h
25. ee
26. b
27. gg
28. q
29. cc
30. e
31. k
32. c
33. dd
34. v
35. g

Figura 7.14

1. u
2. q
3. o
4. l
5. p
6. a
7. s
8. t
9. m
10. j
11. b
12. w
13. n
14. c
15. i
16. r
17. k
18. v
19. g
20. h
21. e
22. f
23. d

Secţiunea B - Completare

1. scheletul membrelor
2. muşchii scheletici
3. 80
4. 8
5. suturi
6. osul frontal
7. osul occipital
8. foramen magnum
9. oase temporale
10. osului temporal
11. apofiza zigomatică
12. osul sfenoid
13. lama ciuruită
14. şaua turcească
15. fontanele
16. osul vomer
17. apofiza temporală
18. oasele lacrimale
19. maxile
20. mandibulă
21. vertebre
22. sacru
23. vertebre cervicale
24. discurile intervertebrale
25. scolioze
26. corp vertebral
27. găuri vertebrale
28. atlas
29. apofiza odontoidă
30. apofiza xifoidă
31. cartilaje costale hialine
32. coaste flotante
33. centura pectorală
34. scapulă
35. clavicula
36. fosa glenoidă
37. tuberozitatea deltoidă
38. humerusului
39. ulnei
40. carpiene
41. degetelor
42. pubisul
43. articulaţia sacroiliacă
44. femurul
45. gaura obturată
46. patelă
47. fibulă
48. tibie
49. 7
50. falange

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

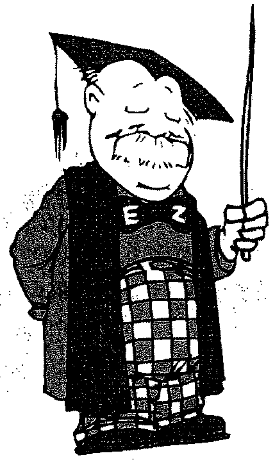
1. D	6. B	11. B	16. C	21. D
2. B	7. B	12. C	17. B	22. B
3. C	8. D	13. B	18. A	23. D
4. A	9. C	14. C	19. D	24. A
5. D	10. C	15. A	20. A	25. B

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. membrelor
2. 8
3. parietale
4. occipital
5. urechii
6. apofizei mastoide
7. temporal
8. A
9. crista galli (creasta de cocoș)
10. A
11. osul vomer
12. A
13. mandibulă
14. cervicale
15. cifoze
16. mușchilor
17. axisului
18. apofiza xifoidă
19. 12
20. scapulă
21. fosă glenoidă
22. ulnei
23. A
24. A
25. femurului

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Tom și-a fracturat maleola laterală stângă a fibulei stângi, olecranul ulnei stângi și epicondilul medial stâng al humerusului stâng.



8

Țesutul muscular

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie anatomia și fiziologia mușchilor. Parcurgând acest capitol veți învăța să:

- folosiți denumiri diferite pentru celulele musculare;
- clasificați țesuturile musculare;
- identificați componentele țesutului conjunctiv ale mușchiului striat;
- identificați componentele morfologice ale celulei musculare și funcțiile acestora;
- rezumați caracteristicile mecanismului de glisare în contracția musculară;
- evidențiați rolul calciului, sodiului și al ATP-ului în contracția musculară;
- identificați procesele funcționale la nivelul joncțiunii neuromusculare;
- descrieți unitatea motorie;
- înțelegeți noțiunile de tonus muscular și tetanus;
- descrieți modul în care fosfocreatina, respirația celulară și mioglobina intervin în asigurarea ATP-ului pentru activarea celulelor musculare;
- identificați caracteristicile sistemului glicogen-acid lactic în mușchiul striat;
- caracterizați fenomenul oboselii musculare și al datoriei de oxigen;
- deosebiți tipurile de fibre musculare;
- identificați caracteristicile mușchiului cardiac și ale mușchiului neted;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Ţesutul muscular este unul din cele patru ţesuturi de bază. Se distinge de celelalte ţesuturi prin capacitatea de a se contracta şi de a efectua lucru mecanic. *Unitatea structurală* a ţesutului muscular este celula musculară, care are o formă alungită şi se mai numeşte şi **fibră musculară**. (În anatomie, termenii de celulă musculară şi fibră musculară sunt similari, interschimbabili)

Muşchii striaţi scheletici sunt inseraţi pe oase, unitatea muşchi-ţesut osos asigurând mişcările corpului. Muşchiul cardiac al inimii pompează sângele. Ţesutul muscular neted intră în componenţa tubului digestiv, a tractului respirator şi a vaselor de sânge. Deşi muşchii au forme şi funcţii diferite, aceştia în ansamblu pot fi clasificaţi în muşchi striaţi scheletici, muşchi netezi şi muşchi de tip cardiac.

DE REŢINUT
Muşchiul scheletic şi cel cardiac sunt muşchi striaţi, iar cel neted nu. Muşchii scheletici sunt sub control voluntar, iar muşchiul cardiac şi cel neted, sub control involuntar.

Muşchiul neted (nestriat) este alcătuit dintr-o masă de celule fusiforme contractile. Muşchiul neted se găseşte în peretele tubului digestiv, al uterului, în vasele de sânge şi în anumite ducte. **Muşchiul cardiac** este alcătuit şi el din celule, dar proteinele contractile au o organizare complexă faţă de cele din muşchiul neted. Celulele musculare cardiace prezintă conexiuni speciale în peretele inimii prin intermediul joncţiunilor de tip „gap" de la nivelul discurilor intercalare. (Tabelul 8.1 compară cele trei tipuri de ţesuturi musculare.)

TABELUL 8.1 COMPARAŢIE ÎNTRE CELE TREI TIPURI DE ŢESUTURI MUSCULARE

Caracteristică	Muşchiul striat scheletic	Muşchiul neted	Muşchiul cardiac
Localizare	Ataşat scheletului	Peretele intestinelor, vase sanguine etc.	Peretele inimii
Tip de control	Voluntar	Involuntar	Involuntar
Forma fibrelor	Alungite, cilindrice, cu capete rotunjite	Alungite, fusiforme, cu capete ascuţite	Alungite, cilindrice, ramificate
Striaţii	Prezente	Absente	Prezente
Număr de nuclei pe fibră	Mulţi	Unul	Unul
Poziţia nucleilor în celulă	Periferici	Central	Central
Viteza contracţiei	Cel mai rapid	Cel mai lent	Intermediar
Capacitatea de a rămâne contractat	Cea mai mică	Cea mai mare	Intermediară

Cel de-al treilea tip de muşchi şi, totodată cel mai frecvent întâlnit, este **muşchiul scheletic**. În muşchiul scheletic, fiecare celulă musculară este în realitate un set de zeci sau sute de celule fuzionate. Celulele musculare rezultate sunt de obicei foarte lungi, şi sunt denumite tipic fibre musculare. Un număr mare din aceste fibre formează organul

numit „mușchi". Mușchiul striat este asociat scheletului. Este tipul de mușchi la care ne referim când se vorbește despre „mușchi" într-un context general.

MUȘCHIUL STRIAT SCHELETIC

Una din caracteristicile de bază ale mușchiului striat scheletic este capacitatea acestuia de a exercita forță asupra oaselor. Celulele musculare se contractă printr-un mecanism activ și se relaxează printr-un mecanism pasiv. Contracția apare doar în urma unei stimulări.

Ansamblul complex al locomoției necesită ca două grupuri de mușchi să realizeze mișcări ale părților corpului în direcții opuse. Astfel mușchii acționează unul împotriva celuilalt, situație în care se numesc mușchi **antagoniști**. De exemplu, la articulația genunchiului, gamba este flectată posterior de către mușchii flexori și extinsă anterior de către mușchii extensori. Prin contracție, mușchii mișcă părțile scheletului de care sunt atașați.

STRUCTURA ȚESUTULUI MUSCULAR STRIAT SCHELETIC

Celulele țesutului muscular scheletic sunt separate și învelite în straturi de țesut conjunctiv. **Endomisium** învelește fiecare fibră musculară, **perimisium** învelește un pachet de fibre (sau **fascicule**) musculare, iar **epimisium** și **fascia** învelesc întreg mușchiul. Stratul extern al fasciei, **fascia superficială**, conține o cantitate mare de țesut adipos la persoanele obeze. Porțiunea mușchiului care conține fibrele musculare se numește **gaster** (sau **corp**). Endomisium, perimisium, epimisium și fascia se continuă dincolo de corpul mușchiului pentru a forma **tendonul**, care atașează mușchiul de os.

STRUCTURA CELULEI MUSCULARE

> **DE REȚINUT**
> Unitatea funcțională a mușchiului striat scheletic este sarcomerul.

Mușchiul striat scheletic se află sub **control voluntar**; de regulă, el se contractă numai când este stimulat de un impuls nervos. Mușchiul scheletic este alcătuit din fascicule de fibre (celule) musculare. Fiecare fibră conține un set de 4-20 filamente filiforme denumite **miofibrile**. Fiecare miofibrilă are 1-2 μ lățime și până la 100 μ lungime. Miofibrilele se găsesc în citoplasmă, numită și **sarcoplasmă**. În sarcoplasmă se găsesc numeroase **mitocondrii** ce furnizează ATP ca sursă de energie pentru contracția miofibrilelor.

Miofibrilele sunt organizate de-a lungul axului lor longitudinal în unități mai mici, numite **sarcomere**, fiecare având aproximativ 2 μ lungime (Figura 8.1). Sarcomerele reprezintă *unitatea funcțională* a mușchiului striat scheletic. Distribuția repetitivă a sarcomerelor îi conferă mușchiului aspectul striat caracteristic.

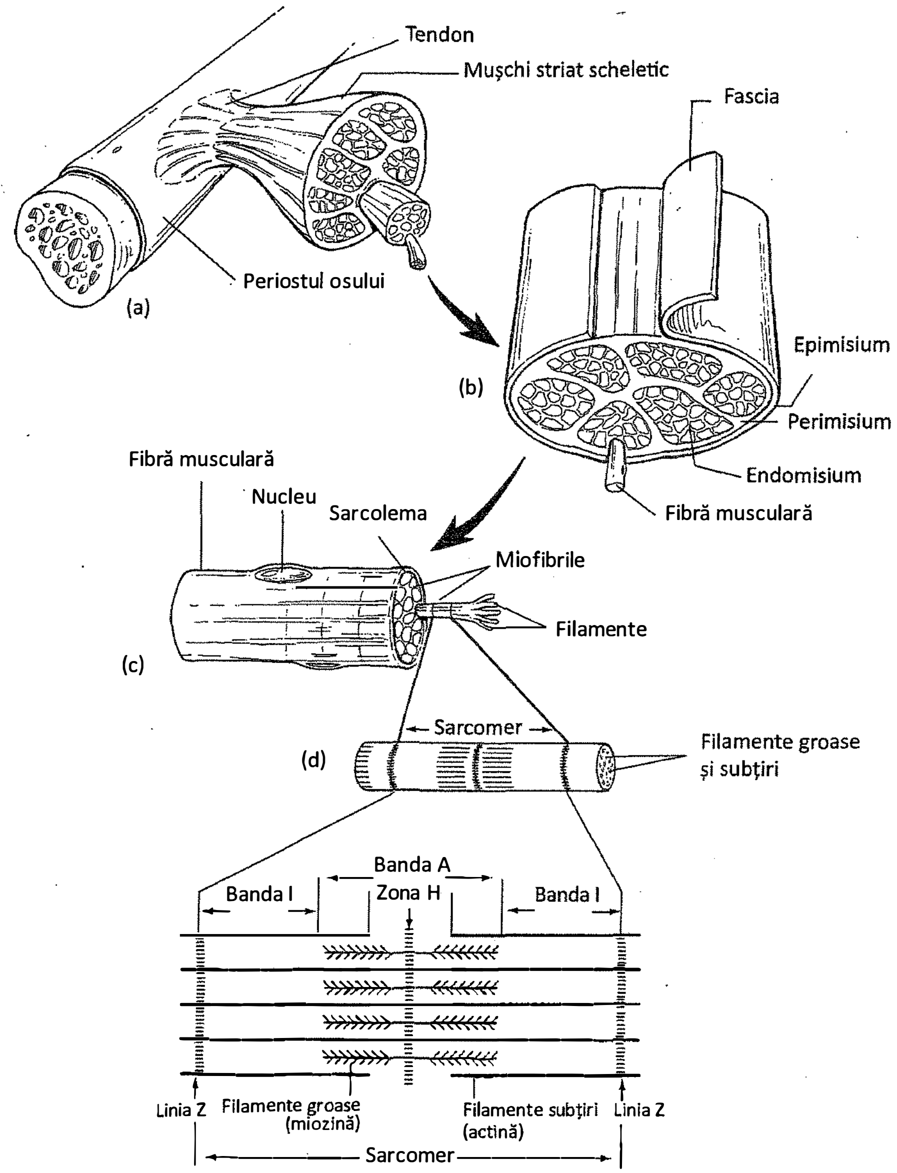


FIGURA 8.1. Structura microscopică și electronomicroscopică a celulei musculare striate scheletice. (a) Secțiune la nivelul corpului mușchiului. (b) Secțiune transversală prin mușchi, ce evidențiază numeroase fibre (celule) musculare organizate în fascicule. (c) O fibră (celulă) musculară cu trei nuclei, sarcolema și câteva sarcomere aflate la capetele fibrei. (d) Un sarcomer mărit cu scopul de a evidenția filamentele groase și subțiri, diversele zone și benzi. Activitatea musculară are loc în sarcomere.

Aspectul microscopic al sarcomerului indică prezența a două tipuri de miofilamente: **filamente subțiri** și **filamente groase** așezate paralel între ele. Filamentele groase sunt compuse dintr-un tip de proteină numită **miozină**, în timp ce filamentele subțiri sunt formate dintr-o proteină numită **actină**. Zona în care filamentele de actină din două sarcomere adiacente se întrepătrund se numește **linia Z**. Linia Z împarte în două jumătăți egale o bandă largă, clară numită **banda I**. Banda largă și densă din mijlocul sarcomerului, formată prin suprapunerea filamentelor de miozină, printre care se găsesc filamente

de actină, se numește **banda A**. Banda A este împărțită în două jumătăți egale de o **zonă H**, ce conține doar filamente de miozină, fără filamente de actină. Repetiția benzilor A și I determină aspectul striat din miofibrilele mușchilor striați.

Filamentele subțiri sunt ancorate la nivelul liniei Z. În timpul contracției musculare, filamente opuse de actină sunt trase de-a lungul filamentelor de miozină, în așa fel încât două seturi de filamente de actină sunt trase unul spre celălalt, printr-un mecanism ce va fi detaliat în continuare.

FUNCȚIA MUȘCHILOR STRIAȚI - MECANISMUL DE GLISARE AL FILAMENTELOR

Contracția fibrei musculare apare când filamentele subțiri sunt trase unul spre altul, crescând suprapunerea filamentelor groase în fibra musculară.

Moleculele de miozină ale filamentelor groase sunt compuse din două lanțuri polipeptidice, fiecare având forma unei crose de golf, cu axele răsucite una în jurul celeilalte și cu capetele înclinate în lateral ca într-o balama. Fiecare filament de miozină este înconjurat de filamente subțiri de actină, astfel încât, cele două capete ale miozinei și filamentele de actină să poată veni în contact între ele în timpul contracției. În **mecanismul de glisare al filamentelor**, capetele miozinei au rol de punți între filamentele de actină și miozină (Figura 8.2). Aceste capete aplică un impuls puternic, asemănător cu cel al unei vâsle care împinge apa. **Impulsul** trage filamentele de actină înspre interior, către zona H; această alunecare scurtează sarcomerul. Când același proces se desfășoară simultan în milioane de sarcomere din mii de fibre musculare, mușchiul se scurtează și se contractă.

Punțile de miozină produc contracțiile fibrelor deoarece ele se comportă ca niște enzime. Enzimele desfac **molecula de adenozin trifosfat (ATP)** în adenozin difosfat (ADP) și un grup fosfat anorganic. Mai întâi, ATP-ul se leagă de receptorul enzimatic aflat pe capul miozinei. Apoi molecula de ATP este descompusă, și atât ADP-ul cât și fosfatul rămân legate de capătul miozinei. Energia eliberată prin descompunerea ATP-ului activează capul miozinic în poziție armată. În această poziție, între capul miozinei și filamentul de actină se creează o legătură slabă. Această legătură determină eliberarea ADP-ului și a fosfatului. Odată cu îndepărtarea acestor compuși, capul miozinei se leagă puternic de filamentul de actină. În același timp, capul miozinei înaintează și asigură **impulsul** filamentelor de actină. Acest impuls va determina mișcarea sau alunecarea filamentelor de actină de-a lungul celor de miozină. Când o nouă moleculă de ATP se leagă de receptorul miozinic, actina este eliberată și ciclul se repetă dacă stimulul neuronal persistă. Fără stimulare nervoasă, sarcomerele din fibra musculară se relaxează.

> **DE REȚINUT**
> În mușchii scheletici contractați, sarcomerele se scurtează pe măsură ce crește gradul de suprapunere a filamentelor de miozină cu cele de actină.

Ciclul de glisare a filamentelor se produce rapid, la nivelul a milioane de capete de miozină, la fiecare capăt al sarcomerului, atâta timp cât ATP-ul este disponibil și astfel este capabil să furnizeze energie pentru contracție.

În așa numitele **fibre musculare roșii** există un număr foarte mare de molecule de **mioglobină** de culoare roșiatică, unde se stochează oxigenul. În starea de relaxare sau de contracție lentă a mușchiului, ATP-ul este utilizat lent, și celulele sunt capabile să genereze rapid ATP din oxigenul stocat în mioglobină pentru respirație celulară (Capi-

tolul 19). Aceste proprietățile permit mușchilor roșii să se contracte repetat și să reziste oboselii musculare. Mușchiul roșu este adesea numit mușchi lent sau **mușchi oxidativ**, datorită rezervei de oxigen stocată în mioglobină.

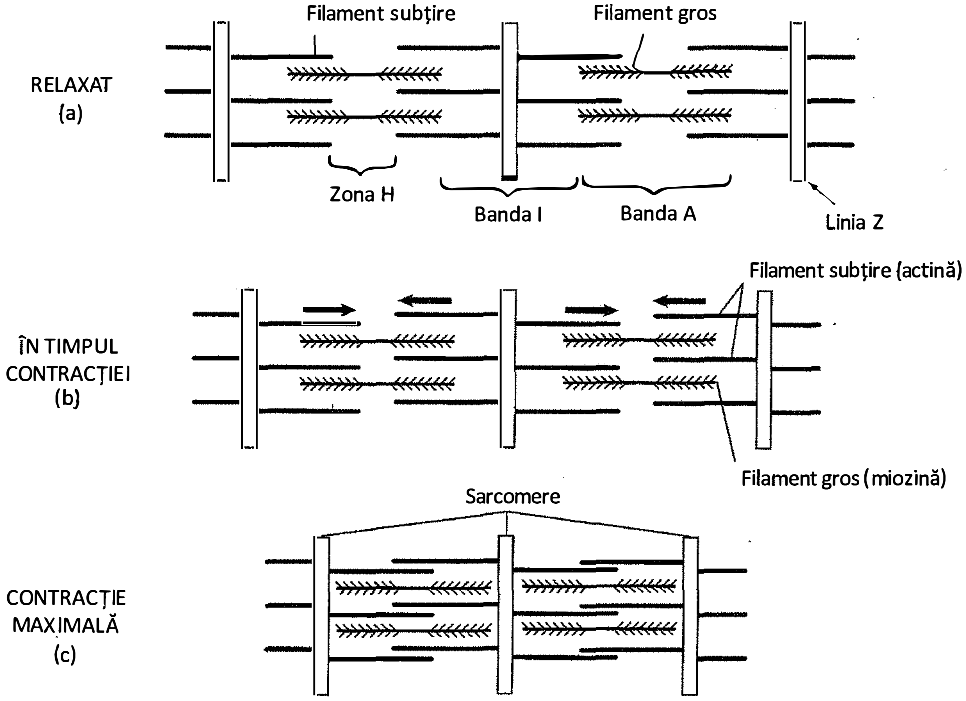


FIGURA 8.2. Teoria mecanismului de glisare a filamentelor în timpul activității musculare demonstrată pe două sarcomere. (a) În stare de relaxare, filamentele subțiri de actină sunt separate. (b) Când mușchiul se contractă, filamentele subțiri de actină alunecă unul spre celălalt, în timp ce filamentele de miozină rămân pe loc; distanța dintre liniile Z scade. (c) În starea de contracție musculară, filamentele subțiri de actină sunt suprapuse și sarcomerele ajung la dimensiunea lor minimă. Zona H a dispărut și banda I a scăzut foarte mult în dimensiuni. Fibra musculară este acum contractată.

Un alt tip de mușchi este **mușchiul alb**. Acesta este numit uneori mușchi rapid sau **mușchi glicolitic** datorită abundenței de glicogen. Mușchiul alb are puțină mioglobină sau chiar deloc și, de aceea, depozitul de oxigen este foarte redus. ATP-ul este utilizat rapid, dar nu poate fi înlocuit la fel de rapid, deoarece cantitatea de oxigen disponibilă pentru respirația celulară este foarte mică. Astfel, mușchiul alb prezintă rapid oboseală musculară cu acumulare de acid lactic.

INIȚIEREA CONTRACȚIEI MUSCULARE

Filamentele subțiri de actină se prezintă sub forma a două lanțuri răsucite într-un helix. În șanțul acestui helix se găsesc moleculele unei proteine denumite **tropomiozină**. Când un mușchi este relaxat, tropomiozina împiedică legarea capetelor miozinei de actină, mascând locul în care legătura ar trebui să apară în mod normal.

O altă proteină denumită **troponină**, se găsește la intervale regulate de-a lungul filamentelor de actină. Troponina se leagă atât de moleculele de tropomiozină, cât și de cele de actină, precum și de ionii de calciu.

Fibrele musculare se contractă atunci când primesc un impuls nervos. Neurotransmițătorul, respectiv acetilcolina, va fi eliberat la nivelul joncțiunii neuromusculare când impulsul nervos ajunge la aceasta. **Joncțiunea neuromusculară** este compusă dintr-o singură fibră musculară și terminația unei singure celule nervoase. Deși membrana celulelor musculară și nervoasă sunt foarte apropiate, ele nu se ating, rămânând separate printr-un spațiu plin cu lichid, numit **fantă sinaptică**. Neurotransmițătorii, ca de exemplu acetilcolina, sunt eliberați în aceast spațiu. Impulsul este inițiat în celula musculară și apoi se propagă pe întreaga suprafața celulară. Acesta va declanșa o serie de evenimente în interiorul celulei musculare ce vor culmina cu contracția acesteia.

În toate celulele aflate în repaus, concentrația **ionilor de sodiu** este menținută scăzută prin transport activ. Când acetilcolina se leagă de receptorii de pe membrana celulară sau **sarcolemă**, ionul de sodiu pătrunde în interiorul celulei.

> **DE REȚINUT**
> Acetilcolina stimulează celula musculară pentru a elibera calciu în sarcoplasmă, permițând miozinei să se cupleze cu actina și să producă contracția.

Concentrația **ionilor de calciu** din citoplasma celulelor aflate în repaus este de asemenea foarte scăzută în mod normal, deoarece calciul este în permanență pompat în afara celulei sau înspre interior, în reticululul endoplasmic neted specializat al celulei, numit și **reticul sarcoplasmic**. În interiorul fibrelor musculare există și un alt tip de rezervor de calciu, format dintr-un sistem de invaginări ale membranei celulare sau **sarcolemei**, denumit sistemul **tubilor transversali** sau **tubii T**. Tubii T sunt situați în dreptul joncțiunilor A-I și permit calciului să pătrundă din spațiul extracelular.

Influxul de ioni de sodiu produce o activitate electrică de-a lungul fibrei musculare, permițând tubilor T și reticulului sarcoplasmic să elibereze rapid ionii de calciu în interiorul sarcoplasmei. Ionii difuzează din depozite în sarcoplasmă, scăldând filamentele de miozină. Aici ionii de calciu se leagă de locurile (situsurile) de la nivelul moleculelor de troponină, iar complexul își va schimba forma (Figura 8.3). Deoarece troponina este legată de tropomiozină, tropomiozina își schimbă poziția și va elibera locurile de cuplare ale actinei cu capetele miozinei. Astfel, se va declanșa un impuls puternic. Dacă se eliberează cantități mari de ioni de calciu, se pot forma mai multe legături cu troponina, ceea ce permite realizarea de contracții mai numeroase și mai puternice.

RELAXAREA

Un mușchi se relaxează când nu mai există impulsuri nervoase care să-l stimuleze în vederea contracției. Când impulsurile încetează, sarcolema (membrana plasmatică) și tubii T revin la starea de repaus. Eliberarea ionilor de calciu din reticulul sarcoplasmic se încheie, iar enzimele pompează calciul înapoi în cisternele terminale.

Odată cu retragerea calciului, troponina revine la configurația de repaus și tropomiozina acoperă din nou locurile de cuplare ale miozinei de pe filamentele de actină. Filamentele de actină glisează spre exterior pentru ca sarcomerul să revină la lungimea inițială de repaus (Tabelul 8.2 compară contracția și relaxarea musculară).

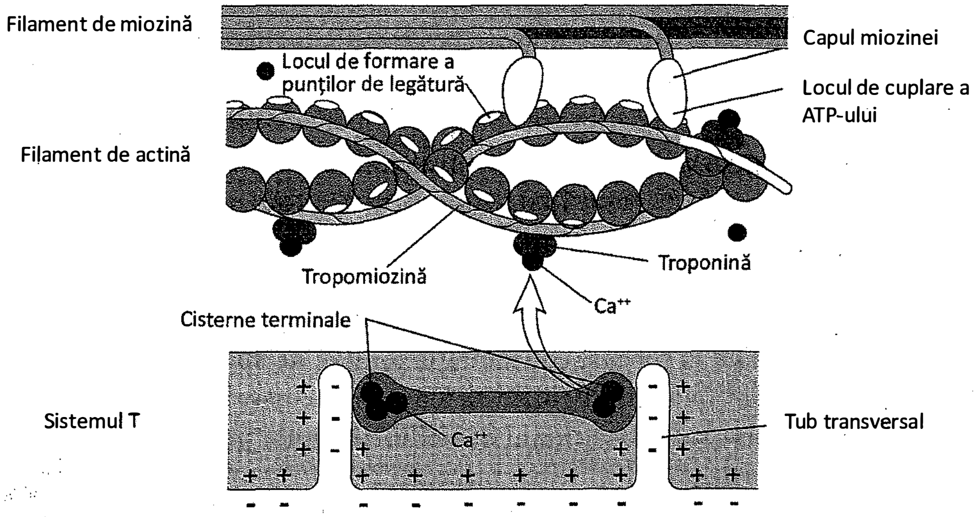


FIGURA 8.3. Detalii ale contracției sarcomerului în fibra musculară. Filamentele de actină conțin molecule de tropomiozină, care maschează locurile de cuplare ale actinei, și troponină, care este atașată atât de actină, cât și de tropomiozină. Calciul, eliberat din cisternele terminale adiacente tubilor T, se combină cu moleculele de troponină și determină schimbarea poziției moleculelor de tropomiozină, eliberând astfel locurile de cuplare ale actinei. Apoi, actina se va atașa de capetele globulare ale moleculelor de miozină, folosind moleculele de ATP ca și catalizator.

TABELUL 8.2 EVENIMENTELE DIN TIMPUL CONTRACȚIEI ȘI RELAXĂRII FIBREI MUSCULARE

Contracția fibrei musculare	Relaxarea fibrei musculare
1. Stimularea apare când acetilcolina este eliberată de un neuron motor	1. Colinesteraza determină descompunerea acetilcolinei, ca atare, membrana musculară nu mai este stimulată
2. Acetilcolina traversează fanta sinaptică de la nivelul joncțiunii neuromusculare	2. Ionii de calciu sunt transportați activ în interiorul tubilor T și al reticulului sarcoplasmic
3. Membrana fibrei musculare este stimulată și impulsul se transmite în profunzimea fibrei musculare prin intermediul tubilor T	3. Punțile de legătura dintre filamentele de actină și miozină se rup
4. Ionii de calciu difuzează din reticulul sarcoplasmic în sarcoplasmă și se leagă de moleculele de troponină	4. Filamentele de actină și miozină glisează una față de cealaltă
5. Moleculele de tropomiozină se deplasează și expun locurile de legare specifice de pe filamentele de actină	5. Lungimea fibrei musculare se restabilește pe măsură ce aceasta se relaxează
6. Se formează punți de legătură între filamentele de actină și miozină	6. Moleculele de troponină și tropomiozină inhibă interacțiunea dintre filamentele de actină și miozină
7. Filamentele de actină glisează spre interior, de-a lungul filamentelor de miozină	
8. Fibra musculară se scurtează pe măsură ce se produce contracția	

ATP-ul este consumat atât în timpul contracției, cât și în timpul relaxării. În timpul relaxării, ATP-ul asigură energia pentru a pompa ionii de calciu în tubii T și în reticulul sarcoplasmic. Mușchii care nu se pot aproviziona cu ATP vor rămâne contractați. De exemplu, după moarte, celulele musculare rămân contractate, stare denumită **rigor mortis**. Actina și miozina sunt blocate împreună în poziție de contracție. După câteva ore, mușchii se relaxează pe măsură ce alte procese degenerative încep să domine.

RĂSPUNSUL GRADUAL

Un aspect important al fibrei musculare individuale îl reprezintă **răspunsul „tot sau nimic"**. Aceasta înseamnă că o fibră se contractă numai după ce un impuls depășește o anumită intensitate prag și se răspândește apoi în întreaga celulă. Odată ce intensitatea prag a fost depășită, creșterea în continuare a intensității, ratei și duratei impulsului, va produce o contracție care este doar cu puțin mai puternică. Cu alte cuvinte, fibra (celula) musculară se contractă fie complet, fie deloc.

> **DE REȚINUT**
> O unitate motorie reprezintă un neuron motor și fibrele musculare pe care le stimulează. Un mușchi are mai multe unități motorii.

Mușchiul, ca întreg, nu se supune legii „tot sau nimic". În fapt, acesta răspunde în mod gradual la stimuli. Un **răspuns gradual** este un răspuns variabil, dependent de numărul de fibre musculare care se contractă într-un mușchi. În cazul în care un număr mare de neuroni conduc impulsuri la un mușchi, mai multe fibre musculare se vor contracta. Dacă sunt stimulate numai câteva fibre musculare, contracția mușchiului va fi slabă. Fiecare neuron se ramifică spre fibrele musculare ale mușchiului și, ca atare, un singur neuron poate stimula până la 100 de fibre musculare. Neuronul, împreună cu fibrele musculare pe care le stimulează, constituie o **unitate motorie** (Figura 8.4). Neuronii care conduc impulsuri către fibrele musculare se numesc neuroni motori.

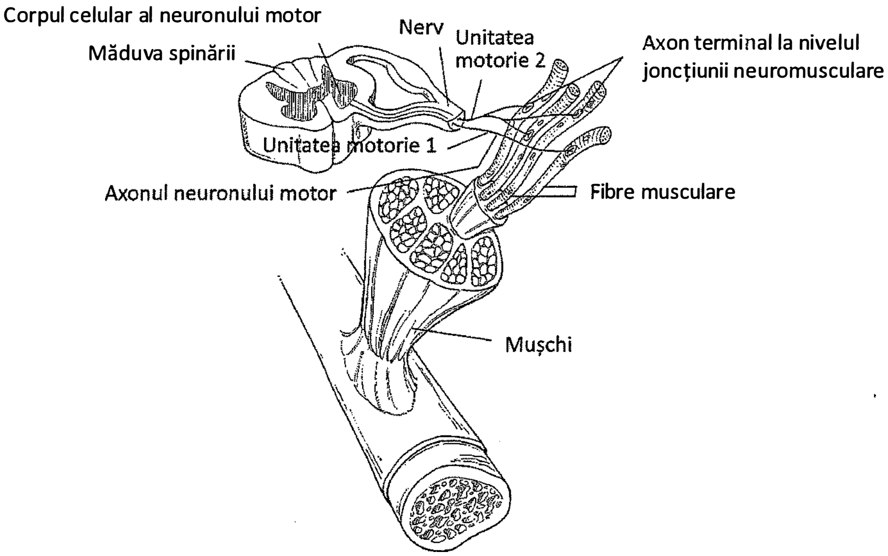


FIGURA 8.4. Relația dintre sistemul nervos și sistemul muscular. Unitatea motorie constă dintr-un neuron motor și toate fibrele (celulele) musculare pe care le stimulează. Se observă două unități motorii. De reținut că un singur neuron motor deservește un număr variabil de fibre musculare.

Contracţia unei singure fibre musculare este numită **secusă**. Creştere numărului de secuse, apărută într-un muşchi datorită unei stimulări continue, este numită **sumaţie**. Sumaţia reprezintă starea în care impulsurile nervoase ajung la un muşchi înainte ca precedenta contracţie să fi încetat. Sumaţia rezultă parţial din incapacitatea reticulului sarcoplasmic de a recupera ionii de calciu înainte de o nouă stimulare. Intensitatea unei contracţii prin sumaţie este întotdeauna mai mare decât a secuselor individuale, deoarece secusele sunt răspunsuri la stimulări mai rare. Sumaţia poate culmina prin **tetanus**, o stare de contracţie musculară maximală, susţinută. De exemplu, strângerea pumnului plasează muşchii într-o stare de tetanus.

O altă caracteristică a muşchilor este capacitatea de a ajunge la starea de **tonus** muscular. Tonusul muscular reprezintă starea în care muşchiul este menţinut parţial contractat pentru o perioadă lungă de timp. Aceasta se caracterizează prin producerea unei stimulări consecutive, de scurtă durată a fibrelor musculare, astfel că anumite părţi ale muşchiului sunt întotdeauna contractate, pe când cea mai mare parte a muşchiului rămâne relaxat. **Ortostatismul**, în prezenţa gravitaţiei, se realizează cu ajutorul tonusului muscular. Exerciţiul fizic creşte tonusul muşchilor utilizaţi.

ENERGIA NECESARĂ CONTRACŢIEI MUSCULARE

Energia utilizată pentru contracţia musculară derivă din ATP. ATP-ul rezultă din reacţiile chimice care au loc în numeroasele mitocondrii aflate în vecinătatea filamentelor subţiri şi groase. Capetele filamentelor de miozină conţin o enzimă, ATP-aza, care desface ATP-ul în ADP şi grupări fosfat, eliberând energia din moleculă.

Rezervele de ATP din fibra musculară sunt limitate, deci ATP-ul trebuie în permanenţă regenerat din ADP şi grupări fosfat. Una din sursele de regenerare a ATP-ului este **fosfocreatina (creatin fosfatul)**. Fosfocreatina conţine legături fosfat cu nivel energetic ridicat, reprezentând un depozit de energie celulară. Când ATP-ul este epuizat, fosfocreatina eliberează energie, prin transferarea fosfatului unei molecule de ADP, în vederea regenerării moleculelor de ATP (Figura 8.5).

Când un muşchi este extrem de activ, rezervele de ATP şi de fosfocreatină se pot epuiza. Din acest moment, metabolismul glucidic devine sursă de energie pentru celula musculară. Metabolismul glucidic, prin respiraţie celulară, implică glicoliza, ciclul Krebs, sistemul transportor de electroni şi chemiosmoza (Capitolul 19). Reacţiile respiraţiei celulare ce furnizează ATP au loc la nivelul citoplasmei şi mitocondriilor, necesitând oxigen pentru finalizarea lor.

Oxigenul necesar respiraţiei celulare este transportat la fibrele musculare prin intermediul hemoglobinei din eritrocite. În fibrele musculare, un pigment numit mioglobină, leagă moleculele de oxigen şi le depozitează temporar. Aşa cum s-a menţionat anterior, fibrele musculare roşii sunt roşii datorită prezenţei de mioglobină. Prezenţa mioglobinei în celulele musculare reduce necesitatea unui aport continuu de oxigen în timpul contracţiei.

Când muşchiul se contractă intens pentru câteva minute, oxigenul nu poate fi asigurat suficient de rapid pentru satisfacerea necesităţilor celulare. În această situaţie celulele musculare depind de ATP-ul rezultat din faza anaerobă a respiraţiei celulare (Capitolul 19).

DE REŢINUT
Acidul lactic se produce ca urmare a unei respiraţii celulare anaerobe prelungite în vederea furnizării de ATP.

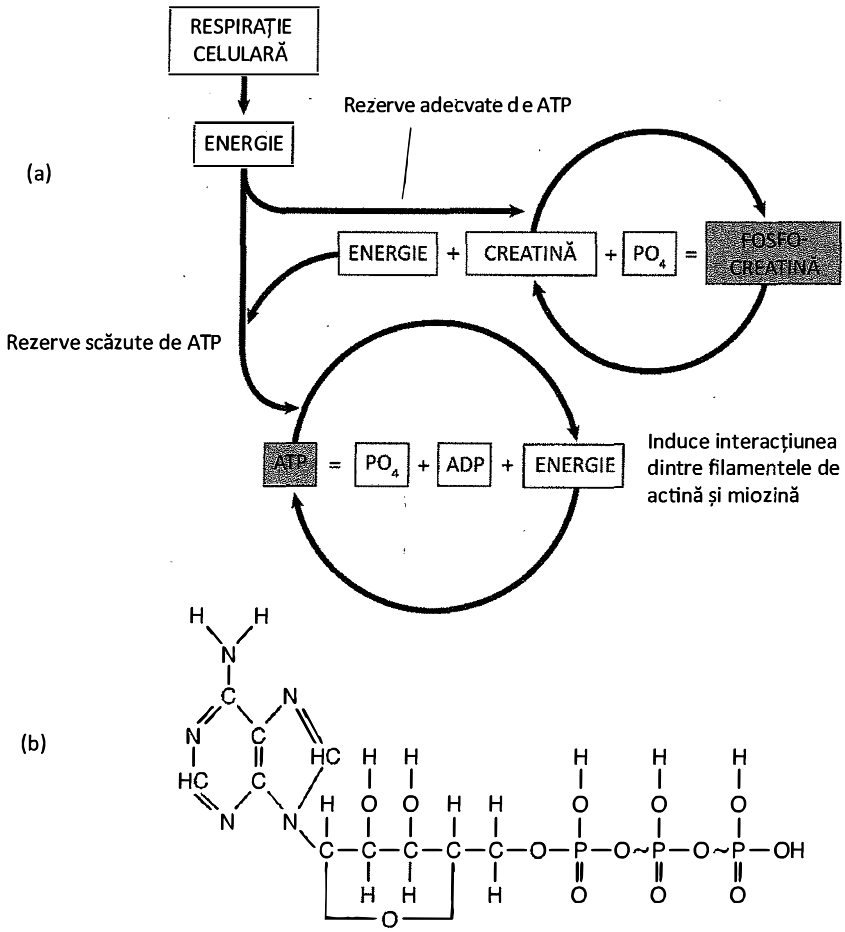


FIGURA 8.5. Conversia energetică în celulele musculare. (a) Energia este asigurată prin respirație celulară cu producere de fosfocreatină și furnizare de molecule de ATP. Când ATP-ul este scindat, energia rezultată produce activitate actino-miozinică, determinând astfel contracția musculară. (b) Structura chimică a ATP-ului. Când legăturile cu nivel energetic ridicat sunt scindate, este eliberată energie pentru a stimula activitatea celulei musculare.

În timpul **glicolizei anaerobe**, moleculele de glucoză sunt convertite în acid piruvic prin etape succesive, acest proces furnizând câte două molecule de ATP pentru fiecare moleculă de glucoză scindată. Dacă rezerva de oxigen a celulei este epuizată, acidul piruvic este convertit în **acid lactic**. Pe măsura acumulării acidului lactic, se instalează oboseala musculară extremă și **datoria de oxigen**. Aceasta presupune suplimentarea nevoilor de oxigen pentru a preveni formarea de acid lactic. Acidul lactic determină modificări ale pH-ului, iar fibrele musculare vor răspunde astfel mai slab la stimulare.

O mare parte din acidul lactic produs în celulele musculare difuzează în afara celulei și este transportat de către sânge la ficat. Celulele ficatului utilizează oxigenul pentru a reconverti acidul lactic în molecule cu randament energetic ridicat. Oxigenul este de asemenea utilizat pentru resinteza ATP-ului prin respirație celulară și pentru formarea fosfocreatinei. Efectul datoriei de oxigen poate fi constatat prin dificultatea de a respira după un efort extenuant.

FUNCȚIILE MUȘCHIULUI NETED ȘI CARDIAC

În această secțiune vor fi abordate câteva aspecte legate de mușchiul neted și cel cardiac.

MUȘCHIUL NETED

Țesutul muscular neted este format din celule (fibre) subțiri, alungite, fusiforme, fără striații și cu un singur nucleu (amintiți-vă că fibrele mușchilor scheletici au mai mulți nuclei). Celulele musculare netede sunt așezate în straturi în peretele tubului gastrointestinal, respectiv în pereții anumitor vase de sânge sau a unor canale (ducte). Celulele sunt unite între ele prin intermediul fibrelor de colagen și uneori prin **joncțiuni de tip „gap"**. Citoplasma fibrei musculare netede prezintă multe filamente de actină ale căror capete sunt inserate pe suprafața internă a membranei plasmatice. Miozina este de asemenea prezentă în mușchiul neted, cu capete de miozină ca și în mușchiul scheletic. Fibra musculară netedă se contractă mult mai lent decât fibra scheletică, dar poate menține contracția o perioadă mult mai lungă.

Modelul de glisare a filamentelor se poate aplica și celulelor musculare netede, dar nu există reticul sarcoplasmic intracelular, iar rolul calciului pare să fie diferit. Fibrele musculare netede sunt capabile de contracții lente dar susținute. În mod caracteristic, musculatura netedă nu se află sub control voluntar, ceea ce îi permite reacții proprii, adaptate diverselor condiții, în mod inconștient.

Anumite celule musculare netede sunt coordonate de sistemul nervos autonom (vegetativ), fibrele simpatice ale acestui sistem stimulând anumite contracții, în timp ce, fibrele parasimpatice inhibă anumite contracții (Capitolul 11). De asemenea, celulele musculare netede sunt reactive la anumiți hormoni. Mușchii netezi se găsesc în viscere. Fibra musculară netedă nu prezintă sarcomere, dar conține filamente de actină și de miozină, organizate în structuri asemănătoare miofibrilelor. Raportul dintre filamentele de miozină și de actină este de 1:16, în comparație cu raportul de 1:2 din fibra scheletică. Mușchii netezi conțin, de asemenea, filamente intermediare, necontractile, atașate unor structuri numite **corpi denși**, distribuiți în întreaga celulă. Corpii denși permit cuplarea filamentelor de actină și sunt echivalenții liniei Z din mușchii scheletici. De acești corpi denși este atașat un citoschelet puternic, format din filamente intermediare. Fibrele musculare sunt înconjurate de țesut conjunctiv și sunt unite prin fibre de elastină și colagen. De obicei, fibrele musculare netede sunt organizate în straturi musculare, ca de exemplu cele din pereții vaselor de sânge. Contracțiile mușchilor netezi din vezica urinară, rect și uter permit acestor organe să își elimine conținutul. În mușchii netezi nu există joncțiuni neuromusculare bine structurate, dar butonii terminali ai axonilor eliberează neurotransmițători în joncțiunile difuze de la nivelul fibrelor musculare netede.

> **DE REȚINUT**
> Deși mușchiul neted nu are sarcomere, actina și miozina sunt folosite în contracție.

Mușchii netezi nu au troponină care să se cupleze cu tropomiozina și care astfel să acopere locurile de cuplare ale actinei cu capetele miozinei, aceștia fiind pregătiți oricând pentru contracție. Când o fibră musculară netedă este activată, calmodulina, și nu troponina, este cea care leagă calciul. Fosforilarea capetelor miozinei se realizează printr-o serie de reacții, permițând legarea actinei și declanșarea contracției.

Mușchiul neted poate fi clasificat în mușchi unitar și mușchi multiunitar. **Fibrele mușchiul neted unitar** se contractă ritmic, ca o unitate, fiind unite prin joncțiuni de tip „gap”. Prin comparație, în **mușchiul multiunitar**, ca de exemplu cel din căile respiratorii, arterele mari sau mușchii erectori ai firelor de păr, fibrele acționează independent una față de cealaltă, joncțiunile de tip „gap” fiind rare. Mușchiul neted multiunitar are terminații nervoase bogate, iar unitatea motorie se formează cu un anumit număr de fibre musculare. Componenta vegetativă a sistemului nervos este cea care trimite impulsuri către mușchii netezi.

MUȘCHIUL CARDIAC

Mușchiul cardiac se găsește numai în structura inimii. Celulele musculare cardiace prezintă un singur nucleu, au aspect striat și numeroase mitocondrii. Fibrele musculare cardiace sunt adesea ramificate, formând o adevărată rețea cu celulele (fibrele) învecinate. Prezintă sistem tubular T și reticul sarcoplasmic. Capetele celulelor cardiace sunt strâns legate unul de celălalt prin intermediul **discurilor intercalare** (Tabelul 8.3). Acestea sunt regiuni ale membranei celulare care prezintă numeroase joncțiuni de tip „gap”, prin intermediul cărora impulsul electric ce determină contracția se propagă cu ușurință de la o celulă la alta. Discul intercalar este prezent numai în celulele cardiace și nu se găsește în alte tipuri de țesuturi musculare.

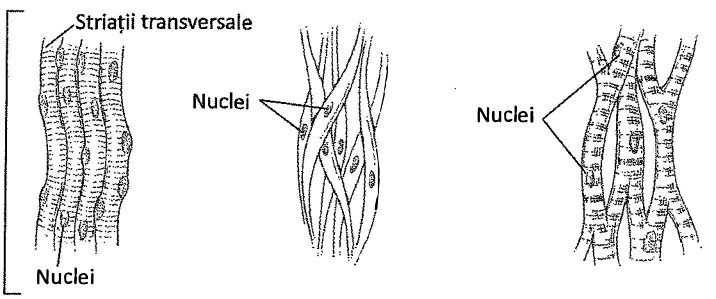
Mușchiul cardiac nu se află sub control voluntar. Acesta primește impulsuri prin ramuri ale sistemului nervos vegetativ, care pot modifica contracțiile. Fiziologia mușchiului cardiac este detaliată în Capitolul 15.

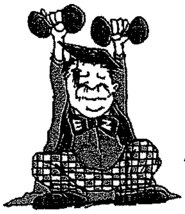
TABELUL 8.3 COMPARAȚIE ÎNTRE MUȘCHIUL CARDIAC ȘI CEL SCHELETIC

Caracteristică	Mușchiul cardiac	Mușchiul scheletic
Tip de control	Sistem nervos vegetativ	Sistem nervos somatic
Dispunerea fibrelor	Ramificate	Neramificate
Aspect microscopic	Striat	Striat
Număr de nuclei/fibră	Unul	Mulți
Discuri intercalare	Prezente	Absente
Aranjamentul tubilor	Un tub/ sarcomer, aflat la nivelul liniei Z	Doi tubi/ sarcomer, localizați la nivelul joncțiunilor A-I
Durata potențialului de acțiune	150-300 msec	1-2 msec
Timpul de contracție	150-300 msec	Aproximativ 40 msec, cu variații la mușchi diferiți
Perioada refractară absolută	150-300 msec	1-2 msec

MUȘCHI

Striat scheletic: fibre alungite, striate, sub control voluntar
Neted: fibre fusiforme, fără striații, nu se află sub control voluntar
Cardiac: fibre ramificate, striate, se găsește în țesutul cardiac





ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A - Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale mușchiului.

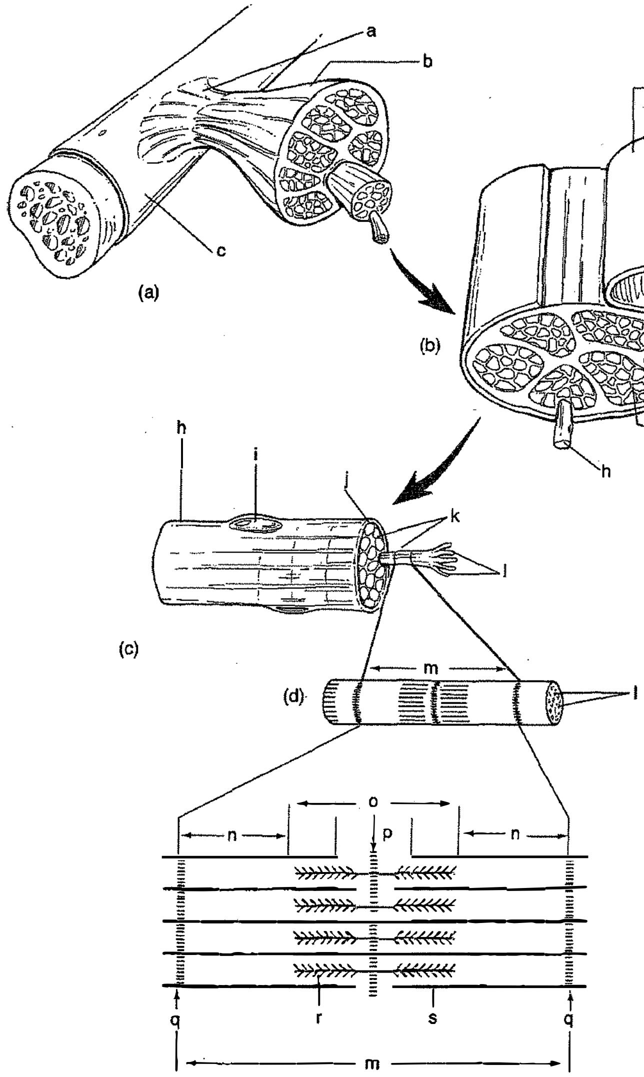


FIGURA 8.6

__ 1. banda A
__ 2. endomisium
__ 3. epimisium
__ 4. fascie
__ 5. filamente
__ 6. zona H
__ 7. banda I
__ 8. fibră musculară
__ 9. miofibrile
__10. nucleu
__11. perimisium
__12. periost osos
__13. sarcolema
__14. sarcomer
__15. mușchi striat scheletic
__16. tendon
__17. filamente subțiri și groase
__18. filament gros (miozină)
__19. filament subțire (actină)
__20. linia Z

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Tipul de mușchi care se găsește în peretele tubului digestiv este ___________.
2. Mușchiul inimii este de asemenea cunoscut ca ___________.
3. Cel mai frecvent întâlnit tip de mușchi din corpul uman este mușchiul striat, denumit și ___________.
4. Mușchii care acționează unul împotriva celuilalt se numesc ___________.
5. Filamentele filiforme ale celulei musculare sunt cunoscute ca ___________.
6. Unitatea funcțională a mușchiului striat scheletic se numește ___________.
7. Filamentele groase aflate în poziția centrală a sarcomerului sunt compuse dintr-o proteină numită ___________.
8. Filamentele subțiri ale sarcomerelor sunt alcătuite dintr-o proteină numită ___________.
9. În fibra musculară scheletică, filamentele subțiri ale sarcomerului sunt ancorate de ___________.
10. Teoria care explică contracția fibrelor musculare se numește ___________.
11. În timpul contracției musculare, filamentele groase trag filamentele subțiri atașate liniei Z și scurtează ___________.
12. Sursa primară de energie pentru contracția musculară este ___________.
13. Mușchiul roșu depozitează oxigen într-o moleculă de culoare roșiatică denumită ___________.
14. Contracția continuă a fibrelor musculare necesită o rezervă de molecule energetice, numite ___________.
15. Mușchiul alb este denumit astfel deoarece are ___________ puțină sau deloc.
16. Mușchiul alb nu este capabil să depoziteze mult ___________.
17. Mușchiul alb utilizează depozitele de glicogen în scop energetic și uneori este denumit ___________.
18. Când un mușchi este în repaus, proteina denumită ___________ împiedică legarea capetelor miozinei de actină.
19. Mușchii sunt stimulați să se contracte în urma eliberării neurotransmițătorului numit ___________.
20. Primul ion utilizat în timpul contracției musculare este ___________.

21. Ionii de calciu sunt depozitați în celula musculară în invaginări ale membranei celulare numite ___________.

22. După eliberarea ionilor de calciu, aceştia stimulează contracția musculară prin legarea de moleculele de ___________.

23. Legarea calciului de troponină produce o modificare a conformaţiei moleculei de ___________.

24. Modificarea conformaţiei tropomiozinei eliberează situsurile de la nivelul actinei de care se vor lega capetele ___________.

25. Contracția musculară se termină când tropomiozina maschează locurile de legare ale miozinei de pe ___________.

26. În timpul relaxării musculare, energia este utilizată pentru a pompa ionii de calciu în reticulul sarcoplasmic și în ___________.

27. Starea de contracție musculară continuă ca urmare a instalării decesului se numeș-te ___________.

28. Muşchiul se contractă după atingerea unei intensităţi prag, iar răspunsul respectă legea ___________.

29. Răspunsul variabil produs de muşchi ca întreg este cunoscut ca ___________.

30. Numărul de fibre musculare care se contractă într-un mușchi depinde de stimularea produsă de ___________.

31. Contracția unei fibre musculare este denumită ___________.

32. Toate fibrele musculare stimulate de un neuron motor constituie o ___________.

33. Creşterea numărului de secuse, apărută prin stimulare continuă, este descrisă ca ___________.

34. Starea de contracție maximală, susținută, a unui mușchi este un fenomen denumit ___________.

35. Starea în care mușchiul este menținut parțial contractat pentru o perioadă mai lungă este denumită ___________.

36. Când ATP-ul este scindat în celulele musculare, cei doi produşi finali sunt grupările fosfat și ___________.

37. O sursă de regenerare a ATP-ului este reprezentată de molecule cu nivel energetic înalt denumite ___________.

38. Pentru ca cea mai mare parte a energiei să fie eliberată din moleculele de glucide pe parcursul metabolismului celulei musculare, un gaz esențial este ___________.

39. Când mușchiul este privat de oxigen, energia pentru contracția musculară derivă dintr-un proces anaerob denumit ___________.

40. Oboseala musculară extremă este în general datorată formării unui acid numit ___________.

41. Ca urmare a unei activități fizice intense, o persoană respiră profund pentru a reface ___________.

42. O mare parte din acidul lactic produs în timpul unui efort fizic intens este transportat din celulele musculare pentru a fi metabolizat de ___________.

43. Contracțiile mușchiului striat sunt rapide, iar contracțiile mușchiului neted sunt în general ___________.

44. Mușchiul neted este numit astfel deoarece nu conține ___________.

45. Celulele musculare din unii mușchi netezi sunt conectate între ele prin joncțiuni de tip ___________.

46. Dacă mușchiul striat este sub control voluntar, mușchii netezi sunt ___________.

47. Fibrele mușchiul neted unitar sunt interconectate prin ___________.

48. Mușchiul cardiac este striat și bogat alimentat de organite ce eliberează energie, denumite ___________.

49. Capetele fibrelor musculare cardiace sunt interconectate prin joncțiuni de tip „gap" conținute de ___________.

50. Mușchiul cardiac se aseamănă cu mușchiul neted deoarece nu se află sub ___________.

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere*: Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Mușchiul neted poate fi găsit în
   A. membrele superioare și inferioare
   B. trunchi
   C. tubul digestiv
   D. cap și gât

2. Unica localizare a mușchiul cardiac în corpul uman este în
   A. uter
   B. encefal
   C. gambă
   D. inimă

3. Pentru fiecare mușchi care acționează într-o direcție există un alt mușchi care acționează
   - A. complementar
   - B. antagonist
   - C. prin extensie
   - D. prin flexie

4. Mușchiul scheletic este sub
   - A. control voluntar
   - B. stress continuu
   - C. control enzimatic
   - D. control hormonal

5. Cele două proteine ale miofibrilelor sunt:
   - A. pepsina și peptidele
   - B. lizozimul și peptidoglicanul
   - C. glicogenul și insulina
   - D. actina și miozina

6. Linia Z, banda I, banda A, și zona H sunt părți anatomice ale
   - A. miofibrilelor
   - B. sarcolemei
   - C. sarcomerului
   - D. filamentelor subțiri

7. Spațiul dintre două membrane Z se reduce în timpul
   - A. producției de ATP
   - B. contracției
   - C. sintezei proteice
   - D. eliberării sarcoplasmice

8. Unitățile funcționale ale mușchiului scheletic sunt
   - A. fibrele musculare
   - B. fasciculele
   - C. sarcomerele
   - D. întreg mușchiul

9. Energia pentru contracția musculară este asigurată de
   - A. ATP
   - B. NAD
   - C. NADP
   - D. ADN

10. Contracția musculară se produce când
    - A. filamentele de actină alunecă printre cele de miozină
    - B. în sarcoplasmă se află puțini ioni de sodiu
    - C. ionii de calciu se află în reticulul sarcoplasmic
    - D. se scurtează filamentele de actină și miozină

11. Mioglobina din mușchiul roșu este importantă deoarece
    A. asigură ATP-ul pentru contracția musculară
    B. asigură calciul pentru contracția musculară
    C. asigură oxigenul pentru contracția musculară
    D. îndepărtează produșii de scindare ai ATP-ului din timpul contracției

12. Prezența mioglobinei în mușchiul roșu permite acestuia să
    A. reziste oboselii
    B. se recupereze repede
    C. efectueze secuse
    D. utilizeze NAD ca și sursă de energie

13. În mușchiul aflat în repaus, capetele miozinei sunt împiedicate să se lege de actină prin
    A. intervenția oxigenului
    B. activitatea ionilor de fier
    C. proteina numită tropomiozină
    D. prezența dioxidului de carbon

14. Pentru realizarea contracției musculare, reticulul sarcoplasmic eliberează
    A. ATP, care se scindează și eliberează energie
    B. ioni de calciu care stimulează contracția musculară
    C. acid lactic, care inhibă activitatea musculară
    D. neurotransmițători, care furnizează impulsuri către mușchi

15. Pentru ca să se producă o contracție musculară
    A. trebuie să fie prezent acidul lactic
    B. trebuie să fie prezent lizozimul
    C. ionii de fier trebuie să fie disponibili
    D. fibra musculară trebuie să fie stimulată de un impuls nervos

16. În timpul contracției musculare ionii de calciu se leagă de
    A. un atom de oxigen
    B. moleculele de troponină
    C. reticulul endoplasmic
    D. suprafața celulei musculare

17. Celulele musculare în care lipsește ATP-ul
    A. rămân contractate
    B. utilizează acid lactic în locul ATP-ului
    C. urmează calea metabolismului anaerob
    D. sunt în general celule musculare sănătoase

18. Faptul că o fibră musculară se contractă complet sau deloc este cunoscut ca
    A. fenomenul de completare
    B. răspunsul complementar
    C. teoria utilizării și neutilizării
    D. răspunsul „tot sau nimic"

19. Numărul de celule care se contractă într-un muşchi influenţează
    A. joncţiunea musculară
    B. mecanismul de glisare
    C. răspunsul gradual
    D. fenomenul parţial

20. Starea de contracţie musculară maximală susţinută a unui muşchi
    A. se numeşte tonus
    B. apare cel mai frecvent în absenţa oxigenului
    C. se numeşte şi tetanus
    D. nu apare niciodată într-un muşchi

21. Fosfocreatina este utilizată în celula musculară ca
    A. sursă de proteine
    B. rezervă de aminoacizi
    C. rezervă de enzime
    D. rezervă de energie pentru ATP

22. Cantitatea de ATP produsă în timpul reacţiilor anaerobe din celulele musculare
    A. este la fel cu cea rezultată din metabolismul aerob
    B. este mult mai mică decât cea rezultată din metabolismul aerob
    C. este mult mai mare decât cea rezultată din metabolismul aerob
    D. este produsul reacţiilor ciclului Krebs şi al transportului de electroni

23. Muşchiul neted diferă de muşchiul scheletic pentru că *nu* are
    A. citoplasmă
    B. membrană celulară
    C. la fel de multe filamente de actină
    D. nicio conexiune cu fibrele nervoase

24. Capetele fibrelor musculare cardiace sunt conectate prin
    A. desmozomi
    B. discuri intercalare
    C. fibre nervoase
    D. ioni de calciu

25. Muşchiul cardiac este:
    A. striat şi involuntar
    B. striat şi voluntar
    C. neted şi involuntar
    D. neted şi voluntar

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

1. Unitatea structurală a țesutului muscular este celula musculară, denumită și fibră musculară.
2. Cele trei tipuri de mușchi sunt mușchiul neted, mușchiul scheletic și mușchiul epitelial.
3. Toate celulele musculare sunt capabile să se contracte printr-un mecanism activ.
4. Mușchii striați scheletici ai corpului se află sub control voluntar.
5. Citoplasma celulei musculare se mai numește și sarcolemă.
6. Filamentele groase ale fibrei musculare sunt alcătuite dintr-o proteină numită actină.
7. Linia de la capetele sarcomerului este cunoscută ca și banda A.
8. În timpul contracției musculare, se vizualizează mai puțin zona H.
9. În timpul contracției musculare, punțile de legătură sunt formate de către capetele globuloase ale filamentelor de actină.
10. Când un mușchi este pe cale de a se contracta, se produce mișcarea filamentelor de miozină.
11. Sursa principală de energie pentru contracția musculară este reprezentată de moleculele de NAD.
12. Pentru ca mușchiul să se contracte, trebuie să existe rezerve importante de dioxid de carbon, necesare sintezei de ATP.
13. În mușchiul alb există cantități mici de mioglobină.
14. Invaginările membranei celulare cunoscute ca tubii H, reprezintă rezervoare de calciu necesar contracției musculare.
15. Al doilea, dar cel mai important ion în declanșarea contracției musculare este ionul de clor.
16. Modificările din structura moleculei de mioglobină sunt responsabile pentru declanșarea contracției fibrei musculare.
17. Răspunsul „tot sau nimic" indică faptul că o fibră musculară se contractă complet sau deloc.
18. Contracția unei singure fibre musculare este denumită secusă.
19. Starea de contracție maximă observată într-un mușchi se numește tonus.

20. O stare în care mușchiul este menținut parțial contractat pentru o perioadă lungă de timp se numește tetanus.

21. Când o persoană respiră profund după un efort fizic susținut, oxigenul adus în corp ajută la eliminarea acidului lactic acumulat.

22. În mușchiul neted, celulele musculare sunt legate între ele prin intermediul fibrelor de colagen și a desmozomilor.

23. Tipul de mușchi care se găsește în majoritatea viscerelor este mușchiul striat scheletic.

24. Din cauza necesarului crescut de energie, mușchiul cardiac conține multe mitocondrii.

25. Discurile intercalare se găsesc numai în mușchiul neted.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Sam și-a fracturat ulna dreaptă în timp ce juca fotbal. Antebrațul a fost menținut în aparat gipsat până la vindecare. Sam este dreptaci. Când doctorul i-a îndepărtat gipsul, a observat că antebrațul drept era mai subțire decât cel stâng, invers față de cum era înainte. Explicați diferențele vizibile din structura antebrațului drept al pacientului.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 8.6

1. o
2. g
3. e
4. d
5. l
6. p
7. n
8. h
9. k
10. i
11. f
12. c
13. j
14. m
15. b
16. a
17. l
18. r
19. s
20. q

SECȚIUNEA B – Completare

1. mușchi neted
2. mușchi cardiac
3. mușchi striat scheletic
4. antagoniști
5. miofibrile
6. sarcomer
7. miozină
8. actină
9. linia Z
10. teoria mecanismului de glisare
11. sarcomerul
12. ATP-ul
13. mioglobină
14. ATP
15. mioglobină
16. oxigen
17. mușchi glicolitic
18. tropomiozina
19. acetilcolină
20. ionul de sodiu
21. tubii T
22. troponină
23. tropomiozină
24. miozinei
25. actină
26. tubii T
27. rigor mortis
28. „tot sau nimic"
29. răspunsul gradual
30. impulsurile nervoase
31. secusă
32. unitate motorie
33. sumație
34. tetanus
35. tonus
36. ADP
37. fosfocreatină
38. oxigenul
39. glicoliză anaerobă
40. lactic
41. datoria de oxigen
42. ficat
43. lente
44. striații
45. „gap"
46. involuntari
47. joncțiuni de tip „gap"
48. mitocondrii
49. discurile intercalare
50. control voluntar

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C
2. D
3. B
4. A
5. D
6. C
7. B
8. C
9. A
10. A
11. C
12. A
13. C
14. B
15. D
16. B
17. A
18. D
19. C
20. C
21. D
22. B
23. C
24. B
25. A

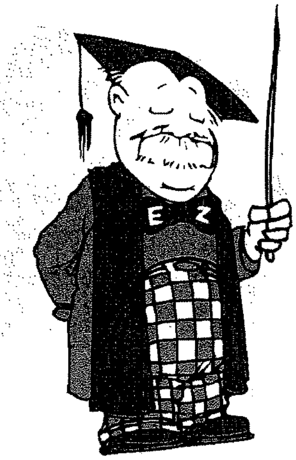
SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. A
2. cardiac
3. A
4. A
5. sarcoplasmă
6. miozină
7. linia Z
8. A
9. filamentelor de miozină
10. filamente de actină
11. ATP
12. oxigen
13. A
14. tubii T
15. calciu
16. troponină
17. A
18. A
19. tetanus
20. tonus
21. A
22. joncțiuni de tip „gap"
23. neted
24. A
25. cardiac

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Atrofia musculară a apărut în timpul imobilizării în gips a antebrațului pacientului. Mușchii care sunt utilizați mai puțin își pierd din tonus deoarece miofibrilele devin mai mici și mai slabe. De asemenea, pe măsură ce oasele se vindecă după o fractură, ele își iau nutrienții necesari din țesuturile musculare din jur, determinând micșorarea acestor mușchi.

9



Sistemul muscular

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie mușchii corpului. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- descrieți inserțiile mușchilor pe oase sau pe alți mușchi;
- diferențiați agoniștii de antagoniști;
- identificați mușchii în funcție de localizare, inserții și funcții;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Majoritatea mușchilor striați scheletici sunt relativ lungi și înguști și, cu câteva excepții, ambele lor capete se inseră pe oase. În cazul unui mușchi scheletic tipic, un capăt al mușchiului se atașează printr-un tendon de un os, care rămâne relativ fix; acest loc de atașare se numește **origine**. Tendonul de la celălalt capăt al mușchiului se atașează osului care este mobilizat de mușchi. Locul de atașare la osul mobil se numește **inserție**. În general, originea se găsește mai aproape de linia mediană a corpului decât inserția. Unii mușchi au origini și inserții multiple. De exemplu, mușchiul biceps brahial al membrului superior are două origini și două inserții.

> **DE REȚINUT**
> Originea unui mușchi se află pe un os fix apropiat de linia mediană a corpului. Inserția lui se face pe un os mobil, mai îndepărtat de linia mediană a corpului.

Tendoanele sunt extensii ale țesutului conjunctiv ce învelește fibrele musculare, cu aspect de cilindri sau benzi. Ele variază în lungime de la mai puțin de 2 cm la mai mult de 30 cm. În unele cazuri, mușchii se atașează la oase prin tendoane plate, subțiri, sub forma unor teci, numite **aponevroze**. Uneori, aponevrozele se atașează la fasciile altor mușchi, și nu la oase. Aponevrozele se găsesc frecvent la mușchii care acoperă trunchiul (Figura 9.1).

Mișcările corpului se realizează prin acțiunea a doi sau mai mulți mușchi ce acționează împreună. De exemplu, mușchiul biceps brahial, flectează antebrațul la nivelul cotului apropiind mâna de umăr. Un alt mușchi, tricepsul brahial, realizează extensia antebrațului și îndepărtează mâna de umăr.

Mușchii cu acțiune mai directă și mai puternică în timpul unei anumite mișcări se numesc prim motori sau **agoniști**. De exemplu, bicepsul brahial este agonistul mișcărilor de la nivelul cotului. Mușchii care acționează în opoziție cu agoniștii se numesc **antagoniști**. Mușchiul triceps brahial este antagonistul bicepsului brahial.

Mușchii mai sunt numiți flexori și extensori, și, de asemenea, abductori, adductori, ridicători, coborâtori, retropulsori (retractori), antepulsori (protractor), rotatori și sfincterieni (Tabelul 9.1 rezumă funcțiile anumitor mușchi pentru a arăta diferențele dintre ei). Majoritatea mișcărilor corpului rezultă din acțiunile complexe ale unor grupe de mușchi: flexori, extensori, rotatori dar și alți mușchi (Figura 9.2). În acest capitol, sunt descrise funcțiile celor mai importanți mușchi. Aceștia sunt prezentați în tabele și figuri, și discutați în text. Recapitularea mișcărilor articulare din Capitolul 6 va fi utilă în înțelegerea abducției, adducției și a altor mișcări produse de mușchi.

> **DE REȚINUT**
> În timp ce agonistul se contractă pentru a produce mișcarea dorită, antagonistul se relaxează pentru a permite această mișcare.

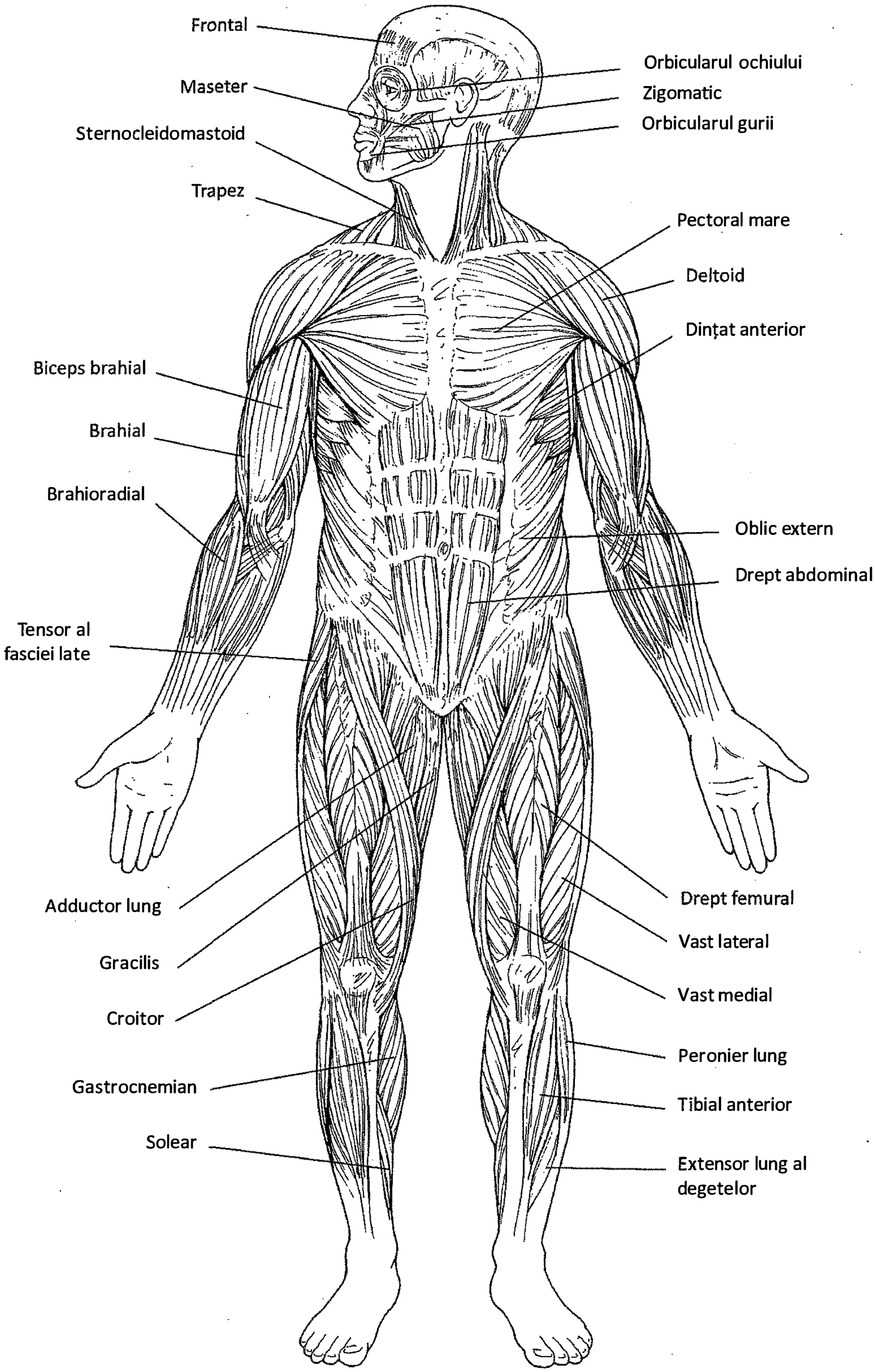


FIGURA 9.1 Mușchii superficiali ai feței anterioare a corpului.

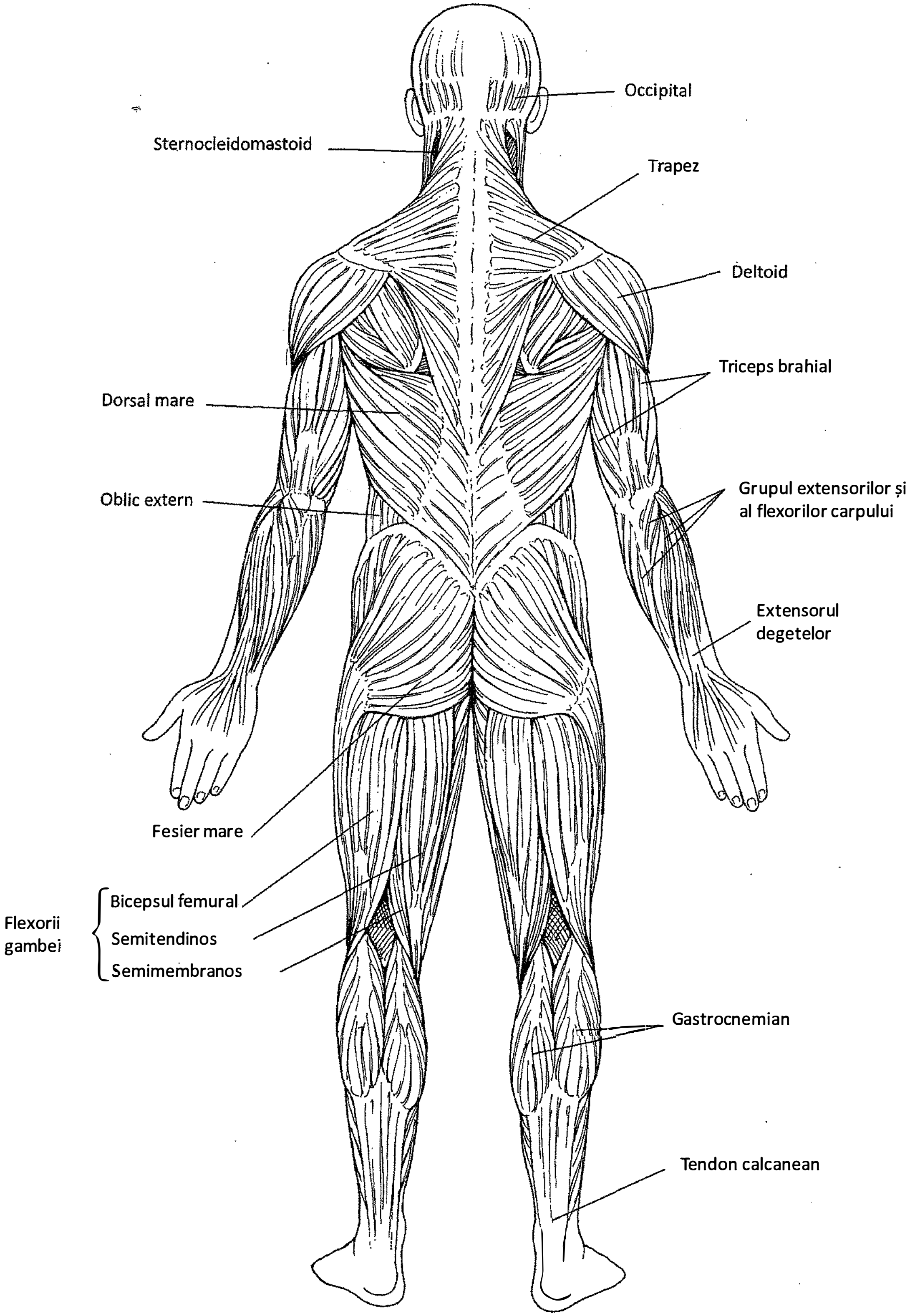


FIGURA 9.2 Mușchii superficiali ai feței posterioare a corpului.

TABELUL 9.1 EXEMPLE DE ZONE ALE CORPULUI ȘI MUȘCHII CARE LE APARȚIN

Localizare	Mușchi	Funcție
Gât	M. Sternocleidomastoid	Flexia capului
Spate	M. trapez	Extensia membrului superior
	M. dorsal mare	Extensia membrului superior
Perete abdominal	M. oblic extern	Comprimarea abdomenului
Umăr	M. deltoid	Abducția membrului superior
	M. pectoral mare	Adducția membrului superior
	M. dințat anterior	Abducția umărului
Braț	M. biceps brahial	Flexia antebrațului
	M. triceps brahial	Extensia antebrațului
	M. brahial	Flexia antebrațului
Antebraț	M. brahioradial	Flexia antebrațului
	M. pronator rotund	Pronația, flexia antebrațului
Fese	M. fesier mare	Extensia coapsei
	M. fesier mic	Abducția coapsei
	M. fesier mediu	Abducția coapsei
Coapsă		
Compartimentul anterior	Grupul cvadriceps femural:	
	M. drept femural	Flexia coapsei
	M. vast lateral	Extensia gambei
	M. vast medial	Extensia gambei
	M. vast intermediar	Extensia gambei
Compartimentul medial	M. gracilis	Adducția coapsei
	Grupul adductorilor (scurt, lung, mare)	
	M. croitor	Flexia, rotația coapsei
Compartimentul posterior	Mușchii flexori	Flexia gambei
	M. biceps femural	
	M. semitendinos	
	M. semimembranos	
Gambă		
Compartimentul anterior	M. tibial anterior	Extensia (flexia dorsală a) piciorului
Compartimentul posterior	M. gastrocnemian	Flexia plantară a piciorului
	M. solear	Flexia plantară a piciorului
Diafragmă pelviană	M. ridicător anal	Formează diafragma pelviană
	M. coccigian	Formează diafragma pelviană

MUȘCHII EXTREMITĂȚILOR CORPULUI

Mușchii extremităților corpului leagă membrele superioare și inferioare de trunchi și, de asemenea, controlează mișcările tuturor părților componente ale extremităților. Ei se împart în mai multe grupe, după cum va fi prezentat în continuare.

MUȘCHII UMĂRULUI

Mișcările umărului implică și mișcările scapulei, os numit și omoplat. Mai mulți mușchi se atașează de scapulă, dar numai câțiva dintre ei sunt considerați mușchi importanți.

Mușchiul dințat anterior este un mușchi lat, zimțat, situat în partea laterală a toracelui. Originea lui este pe suprafața externă a primelor nouă coaste, iar inserția este pe suprafața costală a scapulei. Funcția lui este de a trage spre exterior scapula și membrul superior.

Trapezul (Figura 9.3) este un mușchi lat, triunghiular, situat la nivelul spatelui. Își are originea pe osul occipital și apofizele mai multor vertebre, și se inseră atât pe claviculă, cât și pe scapulă. Trapezul mobilizează centura pectorală și întreaga extremitate superioară a corpului. De asemenea, rotește scapula astfel încât, în timpul abducției brațului, fosa glenoidă să se orienteze în sus (elevație).

DE REȚINUT
Deltoidul realizează mișcare de abducție a brațului, în timp ce pectoralul mare și dorsalul mare realizează mișcarea de adducție a brațului.

Mușchiul **dorsalul mare** este un mușchi al spatelui, cu originea pe apofizele mai multor vertebre toracice iar inserția, printr-un tendon lat, pe creasta tuberculului mic. Funcția lui este de a extinde brațul și de a acționa ca antagonist al pectoralului mare.

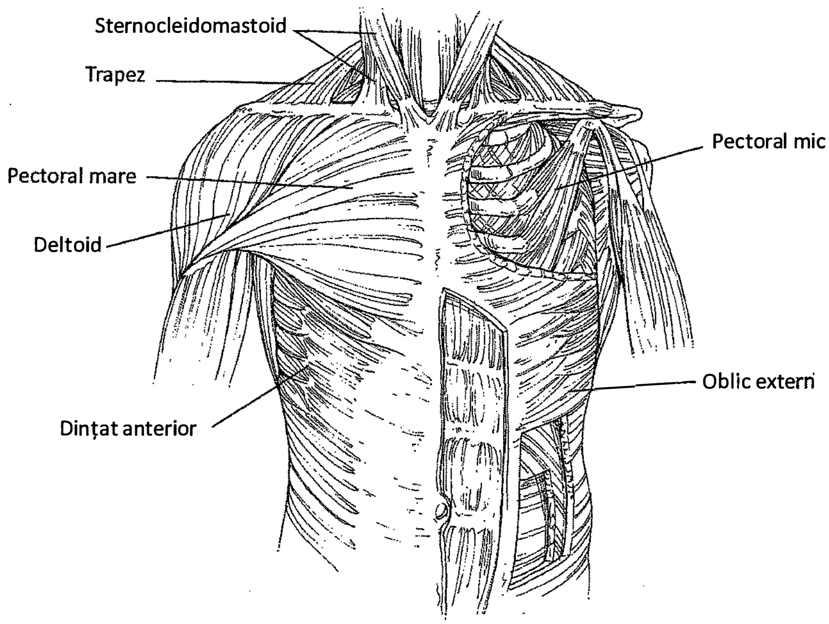


FIGURA 9.3 Cei mai importanți mușchi ai feței anterioare a toracelui.

Unul dintre mușchii mari, triunghiulari ai peretelui toracic anterior este **pectoralul mare**. Acest mușchi își are originea pe oasele și cartilajele toracelui și pe claviculă, iar inserția pe humerus. Pectoralul mare adduce brațul și formează o parte semnificativă a peretelui anterior al axilei. Acționează ca agonist al mușchiului marele dorsal în vederea adducției brațului.

Mușchiul deltoid (Figura 9.4) este mușchiul ce acoperă umărul. Originea lui se află pe acromion și pe claviculă, iar inserția pe humerus. Deltoidul este un abductor major al brațului și produce de asemenea flexia și extensia brațului. Atunci când deltoidul acționează ca și abductor, antagoniștii lui sunt pectoralul mare și dorsalul mare.

Mușchiul pectoralul mic este un mușchi mai mic, triunghiular, situat sub pectoralul mare. Își are originea pe coaste și se inseră pe apofiza coracoidă a scapulei. Pectoralul mic coboară umărul.

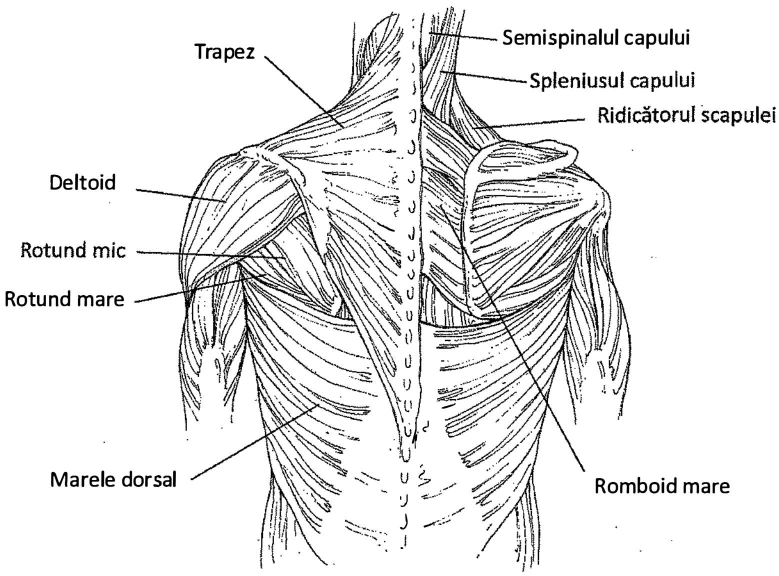


FIGURA 9.4 Cei mai importanți mușchi ai feței posterioare a umărului.

MUȘCHII BRAȚULUI

Mușchii brațului produc atât mișcări ale umărului cât și ale antebrațului. Cel mai superficial mușchi al brațului este **bicepsul brahial**. La origine, acest mușchi are două capete, unul lung și unul scurt, ambele situate pe scapulă. Mușchiul se inseră pe radius și, în parte, pe țesutul conjunctiv al antebrațului. Bicepsul brahial mobilizează două articulații (articulația cotului și cea a umărului). La nivelul articulației cotului produce flexia și supinația antebrațului; la nivelul articulației umărului, permite flexia extremității superioare. (Tabelul 9.2 prezintă mușchii umărului și ai brațului).

DE REȚINUT
Bicepsul brahial flectează antebrațul, în timp ce tricepsul brahial realizează extensia.

TABELUL 9.2 MUȘCHII UMĂRULUI ȘI AI BRAȚULUI

Mușchi	Origine	Inserție	Inervație
Trapezul	Osul occipital Vertebre (cervicale, toracice)	Clavicula Scapula (spina și acromion)	Nervul accesor și câțiva nervi cervicali
Pectoralul mic	Coaste (III-V)	Scapula (apofiza coracoidă)	Nervii pectorali: medial și lateral
Dințatul anterior	Coaste (primele opt sau nouă)	Scapula (suprafața anterioară, marginea medială)	Nervul toracic lung
Pectoralul mare	Clavicula (jumătatea medială) Sternul Cartilajele costale ale coastelor adevărate	Humerus (creasta tuberculului mare)	Nervii pectorali: medial și lateral
Marele dorsal	Vertebre (Apofizele vertebrelor toracice) Creasta iliacă Fascia lombodorsală	Humerus (șanțul intertubercular)	Nervul toracodorsal
Deltoidul	Clavicula Scapula (spina și acromion)	Humerus (tuberozitatea deltoidă)	Nervul axilar
Bicepsul brahial	Scapula (tuberculul supraglenoidal) Scapula (apofiza coracoidă)	Radius (tuberozitatea proximală)	Nervul musculocutanat
Brahialul	Humerus (jumătatea distală, suprafața anterioară)	Ulna (tuberozitate proximală)	Nervul musculocutanat
Tricepsul brahial	Scapula (tuberculul infraglenoidal) Humerus (suprafața posterioară)	Ulna (olecranon)	Nervul radial

Un mușchi voluminos al porțiunii posterioare a brațului este **tricepsul brahial**. Acest mușchi are trei capete de origine. Două sunt situate la nivelul humerusului și unul pe scapulă. Mușchiul se inseră pe olecranul ulnei. Realizează extensia antebrațului la nivelul cotului. **Coracobrahialul** este localizat anterior. Se întinde de la scapulă la humerus și intervine în flexia și adducția brațului.

Al patrulea mușchi al brațului este **brahialul** (Figura 9.5). El își are originea la nivelul suprafeței anterioare a humerusului și se inseră pe tuberozitatea proximală a ulnei. Brahialul flectează brațul la nivelul cotului.

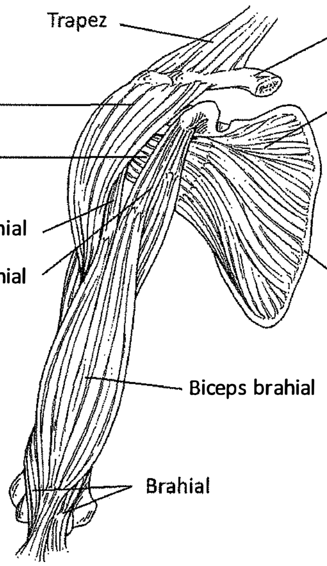


FIGURA 9.5 Muşchii anteriori ai umărului şi ai braţului.

MUŞCHII ANTEBRAŢULUI, AI ÎNCHEIETURII MÂINII ŞI AI MÂINII

Mulţi dintre muşchii braţului se continuă pe antebraţ (de exemplu bicepsul brahial, tricepsul brahial şi brahialul). Un alt muşchi este **brahioradialul**. Acest muşchi îşi are originea la marginea laterală a humerusului şi se inseră pe suprafaţa laterală a radiusului. El flectează antebraţul la nivelul cotului.

Supinatorul este de asemenea un muşchi al antebraţului. Acest muşchi îşi are originea pe epicondilul lateral al humerusului, iar inserţia în regiunea superioară a radiusului. El produce supinaţia, adică rotaţia antebraţului astfel încât palma să fie îndreptată spre anterior. Alţi muşchi ai antebraţului sunt muşchiul **pronator rotund** şi **pronator pătrat**. Ambii muşchi rotesc antebraţul înspre linia mediană.

Mulţi dintre muşchii antebraţului au tendoane ce se întind înspre încheietura mâinii şi apoi înspre degete. Aceşti muşchi servesc ca şi flexori şi extensori puternici ai degetelor. Flexia la nivelul încheieturii mâinii este realizată de către muşchii **flexor radial al carpului** şi **flexor ulnar al carpului**, la care contribuie şi mulţi alţi muşchi. Extensia încheieturii mâinii este realizată de **extensorul radial lung al carpului, extensorul radial scurt al carpului** şi de **extensorul ulnar al carpului**, la care contribuie şi alţi muşchi (Figura 9.6). Aceşti muşchi permit, de asemenea, abducţia şi adducţia încheieturii mâinii. Muşchii flexori formează o masă musculară; dintre ei o parte îşi au originea pe epicondilul medial al humerusului. Extensorii îşi au originea în parte pe epicondilul lateral al humerusului.

Mâna, inclusiv degetele, poate executa mişcări de flexie, extensie, adducţie şi abducţie. La baza policelui există nişte muşchi scurţi ce îi permit acestuia să atingă vârfurile fiecăruia dintre celelalte degete. Această proprietate se numeşte **opozabilitate** şi este caracteristică omului. Degetul mic are, de asemenea, muşchi scurţi care adâncesc palma astfel încât policele şi degetul mic să se poată atinge.

Mişcarea degetelor este realizată de mai mulți flexori și extensori. **Mușchii interosoși dorsali** permit abducția degetelor. Totodată, la mișcările fiecărui deget contribuie și tendoanele mușchilor lungi ai antebrațului, care se inseră pe degete. Tendoanele sunt acoperite de **tecile sinoviale**.

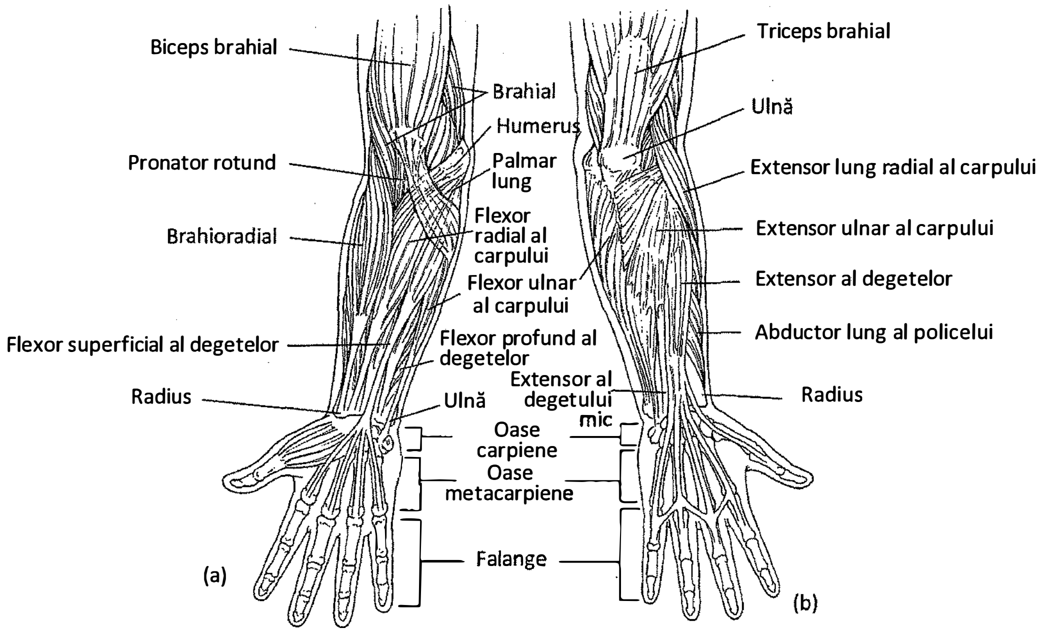


FIGURA 9.6 Mușchii antebrațului, ai încheieturii mâinii și ai degetelor. (a) Vedere anterioară. (b) Vedere posterioară.

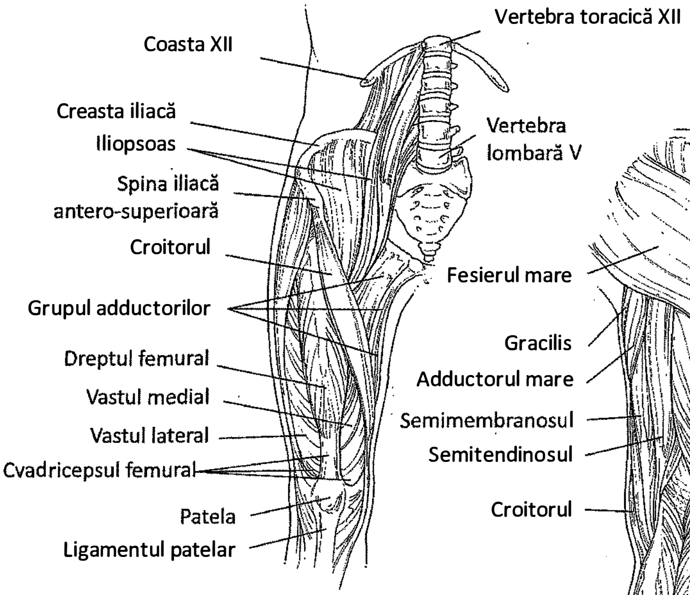
MUȘCHII COAPSEI

Spre deosebire de extremitatea superioară, extremitatea inferioară a corpului este unită de trunchi printr-un număr mai mic de mușchi. Un mușchi important al feței anterioare a coapsei este **psoasul mare**. Acest mușchi leagă membrul inferior de scheletul axial. Își are originea pe corpurile vertebrelor lombare, apoi trece prin pelvis pentru a ajunge la nivelul coapsei, unde se inseră pe trohanterul mic al femurului. Psoasul mare produce flexia coapsei; de asemenea, flectează trunchiul.

Un alt mușchi al feței anterioare a coapsei este mușchiul **iliac**. Acesta își are originea în fosa iliacă a ilionului și se inseră pe trohanterul mic al femurului (împreună cu mușchiul psoas). Permite flexia la nivelul articulației șoldului și de obicei se consideră că, în asociere cu mușchiul psoas mare, formează împreună un singur mușchi numit **iliopsoas** (Figura 9.7).

Pe suprafața anterioară a coapsei se află și mușchiul **croitor**, un mușchi lung, îngust, cu originea pe spina iliacă antero-superioară și inserția pe suprafața medială a tibiei. Mușchiul croitor se întinde între articulația șoldului și genunchiului și determină mișcarea ambelor articulații. El flectează coapsa și rotește gamba medial. Mușchiul poartă și numele de **sartorius** pentru că permite încrucișarea picioarelor (cuvântul "sartor" în-

seamnă croitor, iar muşchiul se numeşte sartorius referindu-se la poziţia cu picioarele încrucişate a croitorilor).



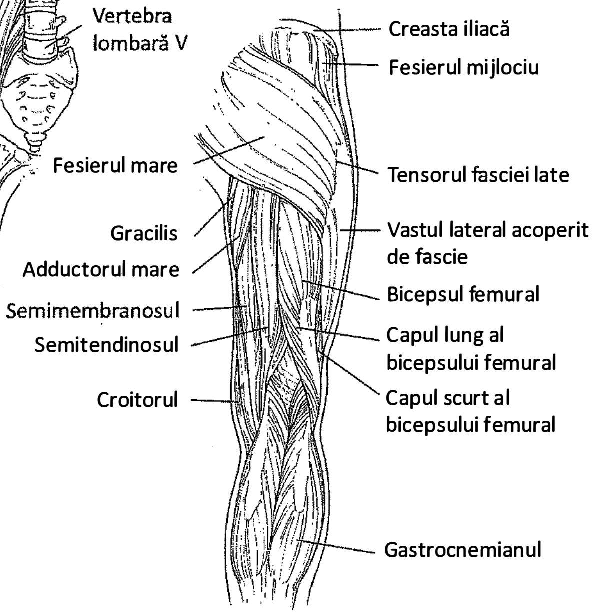


FIGURA 9.7 Muşchii anteriori ai pelvisului şi ai coapsei.

FIGURA 9.8 Muşchii posteriori ai coapsei drepte.

Faţa anterioară a coapsei prezintă şi grupul muscular **cvadriceps femural**. Acest grup constituie majoritatea masei musculare a feţei anterioare a coapsei. Cei patru muşchi sunt **dreptul femural, vastul lateral, vastul medial** şi **vastul intermediar**. Dreptul femural îşi are originea la nivelul ilionului; ceilalţi trei îşi au originea pe femur. Fibrele aparţinând celor patru muşchi converg şi se inseră la nivelul patelei şi al tuberozităţii tibiale, prin tendonul patelar. Toţi sunt muşchi extensori ai gambei.

DE REŢINUT
Muşchiul cvadriceps produce extensia gambei, în timp ce muşchii ischiogambieri flectează gamba.

Unul dintre muşchii feţei posterioare a coapsei este muşchiul **semimembranos**. Acest muşchi extinde coapsa şi flectează gamba. Are originea pe tuberozitatea ischiadică şi se inseră la capătul proximal al tibiei, deci trece peste două articulaţii. Acest muşchi este unul dintre **muşchii ischiogambieri**.

Un alt muşchi ischiogambier de la nivelul feţei posterioare este **semitendinosul**, un muşchi lung, asemănător unei benzi, care face legătura între ischion şi capătul proximal al tibiei (Figura 9.8). Muşchiul este denumit astfel pentru că la jumătatea coapsei devine tendinos, şi apoi se continuă spre inserţia lui sub forma unui tendon lung, asemănător unei corzi. Semitendinosul flectează gamba şi o roteşte înspre medial şi extinde coapsa.

Bicepsul femural este un alt muşchi ischiogambier. Acest muşchi are două capete, unul lung şi unul scurt. Capătul lung are originea pe tuberozitatea ischiadică, iar cel scurt

pe corpul femurului. El se inseră pe capul fibulei și extinde coapsa, flectează și rotește lateral gamba.

Grupul muscular al **adductorilor** se află pe fața medială a coapsei. Cei trei mușchi ai acestui grup sunt **adductorul mare, adductorul scurt** și **adductorul lung**. Toți își au originea pe osul pubis și inserția la nivelul femurului și produc adducția coapsei.

Alte mișcări ale coapsei sunt facilitate de trei mușchi localizați la nivelul feselor. Primul este mușchiul **fesier mare**. Acesta este cel mai voluminos mușchi al fesei. Își are originea pe sacru, coccis și de-a lungul suprafeței posterioare a ilionului, și se inseră pe femur. Funcția lui este de extensie a membrului inferior în articulația șoldului.

Al doilea mușchi al feselor, **fesierul mijlociu** își are originea pe suprafața laterală a ilionului și inserția pe trohanterul mare al femurului. Acest mușchi abduce coapsa și o rotește medial. Al treilea mușchi, **fesierul mic**, are aceeași origine și inserție ca și fesierul mijlociu; produce abducția coapsei.

MUȘCHII GAMBEI

Cei mai importanți mușchi ai gambei își au originea pe oasele gambei, iar mulți dintre acești mușchi se inseră pe oasele piciorului. Pe fața anterioară a gambei se află mușchiul **tibial anterior**. Acest mușchi se află lateral, în imediata vecinătate a tibiei, cu originea pe tibie și inserția pe tarsiene și metatarsiene. Mușchiul produce inversia piciorului (întoarce talpa piciorului înăuntru) și flectează dorsal piciorul (ridică piciorul în sus).

Pe fața posterioară a gambei se află mușchiul **gastrocnemian**, cu originea pe condilii medial și lateral ai femurului. Ca și mușchiul solear, se inseră pe calcaneu (un os tarsian) prin **tendonul ahilian (calcanean)**. Gastrocnemianul se arcuiește peste articulațiile genunchiului și cea a gleznei. Principala lui acțiune este de a produce flexia plantară (coboară piciorul în jos). De asemenea, flectează gamba.

Tot pe fața posterioară se află mușchiul **solear**. El se află sub gastrocnemian, cu originea pe tibie și pe fibulă, inserția pe calcaneu, prin intermediul tendonului ahilian. Solearul (Tabelul 9.3) permite flexia plantară a piciorului. Perechea de mușchi constituită din gastrocnemian și solear este denumită **triceps sural**. Tricepsul sural dă forma moletului și se inseră prin tendonul ahilian comun pe osul calcaneu (după cum se observă în Figura 9.9).

Unul dintre mușchii laterali ai gambei este **peronierul lung**. Acest mușchi își are originea pe porțiunea superioară a fibulei și se inseră pe osul cuneiform medial și pe primul metatarsian. Mușchiul produce eversia piciorului și flexie plantară. Alt mușchi lateral este cel numit **peronierul scurt**, ce produce eversia piciorului. Acest mușchi se inseră pe al cincilea metatarsian.

TABELUL 9.3 CEI MAI IMPORTANȚI MUȘCHI AI PELVISULUI ȘI AI COAPSEI

Mușchi	Origine	Inserție	Inervație
M. iliopsoas (iliac și psoas mare)	Ilion (fosa iliacă) Vertebre (corpurile vertebrelor T12 - L5)	Femur (trohanterul mic)	Nervul femural
Dreptul femural	Ilion (spina antero-inferioară)	Tibia (prin tendonul patelar)	Nervul femural
Grupul mușchilor fesieri			
Fesierul mare	Ilion (creasta și suprafața posterioară) Sacru și coccis (suprafața posterioară) Ligamentul sacrotuberal	Femur (tuberozitatea gluteală) Tractul iliotibial	Nervul fesier inferior
Fesierul mijlociu	Ilion (suprafața laterală)	Femur (trohanterul mare)	Nervul fesier superior
Fesierul mic	Ilion (suprafața laterală)	Femur (trohanterul mare)	Nervul fesier superior
Mușchiul tensor al fasciei late	Ilion (spina iliacă antero-superioară)	Tibia	Nervul fesier superior
Grupul mușchilor adductori			
Adductorul scurt	Osul pubian	Femur	Nervul obturator
Adductorul lung	Osul pubian	Femur	Nervul obturator
Adductorul mare	Osul pubian	Femur	Nervul obturator
Gracilis	Osul pubian (sub simfiză)	Tibia (suprafața medială, în spatele croitorului)	Nervul obturator

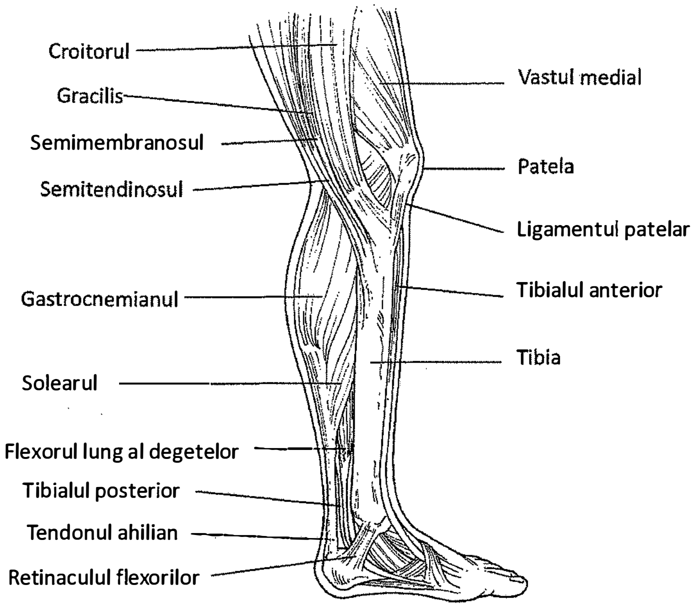


FIGURA 9.9 Mușchii feței mediale a gambei drepte.

La nivelul articulaţiei gleznei se produc două mişcări importante: flexia şi extensia. De asemenea, au loc şi inversia şi eversia. Aceste mişcări laterale se produc îndeosebi între oasele tarsiene.

Muşchii piciorului au o dispoziţie similară cu a muşchilor mâinii. Există mulţi muşchi mici localizaţi pe suprafaţa plantară a piciorului; ei se inseră pe oasele degetelor piciorului. Tendoanele muşchilor sunt aşezate în rânduri, fiecare deget prezentând tendoane ce se întind de-a lungul feţei plantare. Pe suprafaţa dorsală, la fiecare deget ajunge câte un tendon pentru muşchii extensori ai piciorului.

TABELUL 9.4 CEI MAI IMPORTANŢI MUŞCHI AI GAMBEI ŞI AI PICIORULUI

Muşchi	Origine	Inserţie	Inervaţie
Grupul cvadricepsului femural			
Dreptul femural	Ilion	Tibie (prin intermediul tendonului patelar)	Nervul femural
Vastul lateral	Femur (linia aspră)	Tibie (prin intermediul tendonului patelar)	Nervul femural
Vastul medial	Femur	Tibie (prin intermediul tendonului patelar)	Nervul femural
Vastul intermediar	Femur (suprafaţa anterioară)	Tibie (prin intermediul tendonului patelar)	Nervul femural
Croitor	Osul coxal	Tibie (suprafaţa medială a corpului)	Nervul femural
Grupul muşchilor poplitei			
Bicepsul femural	Ischion (tuberozitate)	Fibulă (capul)	Nervul tibial (ramură a nervului sciatic)
	Femur (linia aspră)	Fibulă	Nervul fibular comun
Semitendinosul	Ischion (tuberozitate)	Tibie (capătul proximal, suprafaţa medială)	Nervul tibial
Semimembranosul	Ischion (tuberozitate)	Tibie (condilul medial)	Nervul tibial
Tibialul anterior	Tibie (condilul lateral al porţiunii superioare)	Tars (primul cuneiform)	Nervul fibular profund
Gastrocnemian	Femur (condili)	Tars (calcaneu, prin intermediul tendonului ahilean)	Nervul tibial (ramură a nervului sciatic)
Solear	Tibie (sub gastrocnemian) Fibula	Tars (calcaneu, prin intermediul tendonului ahilian)	Nervul tibial

MUŞCHII CAPULUI ŞI AI TRUNCHIULUI

Muşchii capului realizează mişcările feţei şi permit masticaţia şi mişcările oculare. Mişcările cele mai importante ale capului sunt flexia, extensia şi rotaţia (prin care se indică negaţia).

Muşchii feţei diferă de alţi muşchi ai corpului prin faptul că mobilizează sarcini relativ mici. Din acest motiv, mulţi dintre muşchii feţei nu necesită tendoane puternice, ca în cazul muşchilor extremităţilor. Mai mult, muşchii faciali sunt diferiţi pentru că există în **fascia superficială**. Ei îşi au originea în această fascie sau pe oasele feţei şi se inseră frecvent pe piele sau în ţesutul conjunctiv subiacent.

Muşchii cei mai importanţi care flectează capul sunt **muşchiul lung al gâtului, muşchiul lung al capului** şi **muşchiul drept anterior al capului.** Ei îşi au originea pe vertebrele cervicale superioare şi se inseră fie pe osul occipital, fie pe vertebrele cervicale supraiacente. Cei mai importanţi extensori sunt **muşchiul splenius al capului**, asistat de **muşchiul semispinal al capului** şi de **muşchiul longissimus.** Aceşti muşchi îşi au originea pe vertebrele superioare şi inserţia pe osul occipital sau temporal. Numeroşi muşchi de dimensiuni mici asistă aceşti muşchi importanţi.

MUŞCHII FEŢEI

Patru perechi de muşchi puternici sunt responsabili de mişcarea mandibulei şi de realizarea masticaţiei. Aceşti muşchi se inseră pe mandibulă.

Primul dintre aceştia, **temporalul**, îşi are originea pe osul temporal şi poate fi palpat la nivelul tâmplei atunci când gura este încleştată. Acest muşchi contribuie la mişcarea de închidere a gurii. Al doilea muşchi este **maseterul** (Figura 9.10). Acesta îşi are originea pe arcul zigomatic al temporalului şi pe osul zigomatic, contribuind şi el la mişcarea de închidere a gurii. Al treilea muşchi, **pterigoidul medial**, are originea pe apofiza pterigoidă a osului sfenoid şi pe porţiuni adiacente ale maxilei şi ale osului palatin. Se inseră pe suprafaţa internă a ramurei mandibulei. Acest muşchi acţionează similar cu precedenţii. Ultimul muşchi este **pterigoid lateral**. Acest muşchi mişcă mandibula în sens lateral şi produce protruzia mandibulei, ajutând la mişcarea de deschidere a gurii. Se inseră pe gâtul apofizei condiloide a mandibulei.

Mişcările feţei sunt foarte variate, şase muşchi jucând un rol esenţial în realizarea expresiilor faciale (mimicii). Aceştia sunt **platisma, muşchiul orbicular al ochiului, orbicular al gurii, zigomatic, buccinator** şi **epicranian**. Câţiva dintre aceştia sunt muşchi pereche, alţii sunt nepereche. Ei sunt în general muşchi foarte subţiri şi se numesc **muşchi cutanaţi** datorită fixării lor la piele şi datorită poziţiei lor faţă de aceasta. Majoritatea dintre ei îşi au originea pe suprafaţa craniului şi pe fascie.

Funcţiile muşchilor mimicii sunt variate. De exemplu, muşchiul epicranian ridică sprânceana, în timp ce orbicularul ochiului închide pleoapa. Orbicularul gurii înconjoară orificiul cavităţii orale şi închide buzele, producând ţuguierea acestora. Când se contractă zigomaticul, colţul gurii este tracţionat în sus, cum se întâmplă în cazul unui zâmbet. Când se contractă platisma, unghiul gurii este tracţionat în jos.

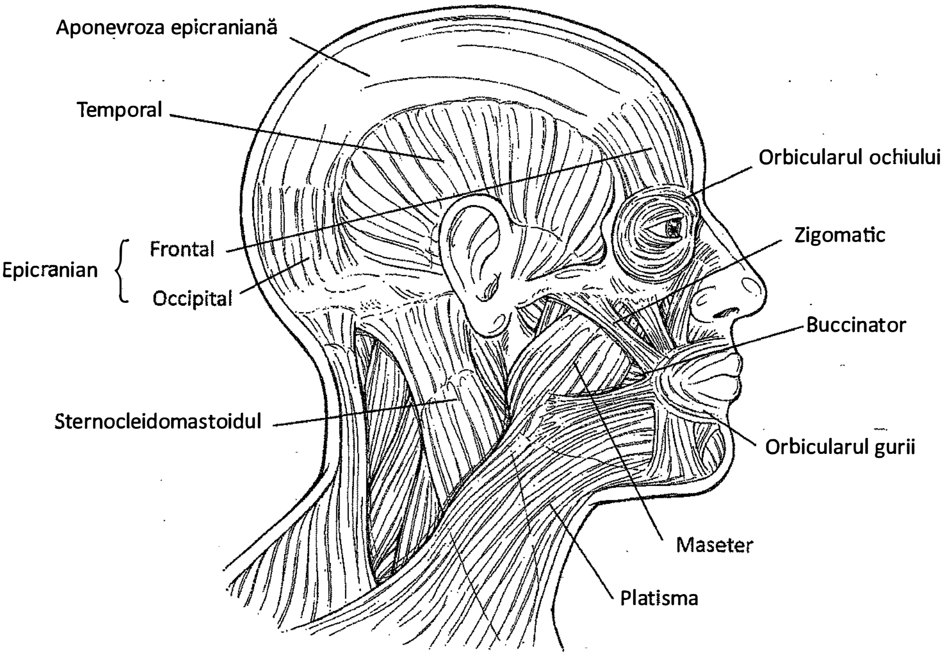


FIGURA 9.10 Cei mai importanți mușchi ai capului.

Există două grupe de mușchi responsabili de mișcările ochiului și acomodarea vederii. Mușchii care mișcă globul ocular se numesc **mușchii extrinseci** ai ochiului. **Mușchii intrinseci** (de exemplu mușchiul ciliar) modifică forma cristalinului și produc dilatarea și constricția pupilei. Mușchii extrinseci ai ochiului includ cei patru mușchi drepți care produc elevația, coborârea, adducția și abducția globului ocular. Ceilalți mușchi extrinseci rotesc globul ocular în jos, în sus și lateral.

DE REȚINUT
Mușchii extrinseci ai ochiului mișcă globii oculari, în timp ce mușchii intrinseci controlează forma cristalinului și dilatația pupilei.

MUȘCHII GÂTULUI

Mulți dintre mușchii gâtului intervin direct în mișcările capului și se află în relație cu coloana vertebrală.

Un mușchi foarte important al gâtului este **sternocleidomastoidul**. Acest mușchi este localizat pe partea laterală a gâtului. Are originea pe stern și pe suprafața superioară a claviculei și se inseră pe apofiza mastoidă a osului temporal. Sternocleidomastoidul înclină capul lateral și înspre torace. Perechea de mușchi sternocleidomastoizi acționează împreună pentru a produce flexia capului.

Alți mușchi importanți ai gâtului sunt **mușchii infrahioidieni**. Acești mușchi lungi, înguști și plați, sunt localizați în partea anterioară a gâtului. Ei acoperă suprafața laterală a glandei tiroide, trag în jos laringele și coboară osul hioid în procesul deglutiției.

Alți mușchi ai gâtului includ spleniusul capului, semispinalul capului și mușchiul longissimus. Acești mușchi extensori sunt, de asemenea, asociați capului și au fost menționați anterior.

MUȘCHII ABDOMENULUI

Peretele anterior al cavității abdominale este format dintr-o zonă extinsă ce nu conține oase protectoare. Astfel, straturi întinse și subțiri de mușchi se găsesc în peretele abdominal pentru a ajuta la contenția viscerelor abdominale și la flexia trunchiului. O linie numită **linia albă**, se întinde pe linia mediană a peretelui abdominal, de la apofiza xifoidă la simfiza pubiană. Linia albă este constituită în principal din țesut conjunctiv, fără mușchi, nervi sau vase mari de sânge.

Unul dintre mușchii importanți ai peretelui abdominal este **dreptul abdominal** (Figura 9.11). Dreptul abdominal este un mușchi lung, lat, asemănător unei benzi, situat pe fiecare parte a liniei albe. Leagă oasele pubiene de coaste și stern și, împreună cu alți mușchi abdominali, comprimă cavitatea abdominală, ajutând și la flexia coloanei vertebrale. Originea lui este pe creasta pubiană, iar inserția este pe apofiza xifoidă.

Un alt mușchi important este **oblicul extern**. Oblicul extern este un mușchi superficial și extins, asemănător unei fâșii, ce pornește de la ultimele opt coaste inferioare și se întinde în jos și medial. Se inseră printr-o aponevroză pe linia albă și pubis. Oblicul extern comprimă peretele abdominal. Un al treilea mușchi abdominal este **oblicul intern**. Acest mușchi constituie stratul mijlociu al celor trei straturi musculare, care sunt situate lateral de dreptul abdominal. Fibrele lui au o direcție aproape perpendiculară față de cele ale oblicului extern. Oblicul intern are originea pe creasta iliacă și inserția pe cartilajele coastelor inferioare, dar și pe linia albă și pe creasta pubiană.

Cel mai profund dintre cei trei mușchi dispuși lateral de dreptul abdominal, este **transversul abdominal**. El are originea pe coastele inferioare și pe apofizele vertebrelor lombare și inserția pe linia albă și pe creasta pubiană. Funcția lui este de a contracta peretele abdominal. În plus, el contribuie la expirația forțată prin împingerea diafragmei în sus.

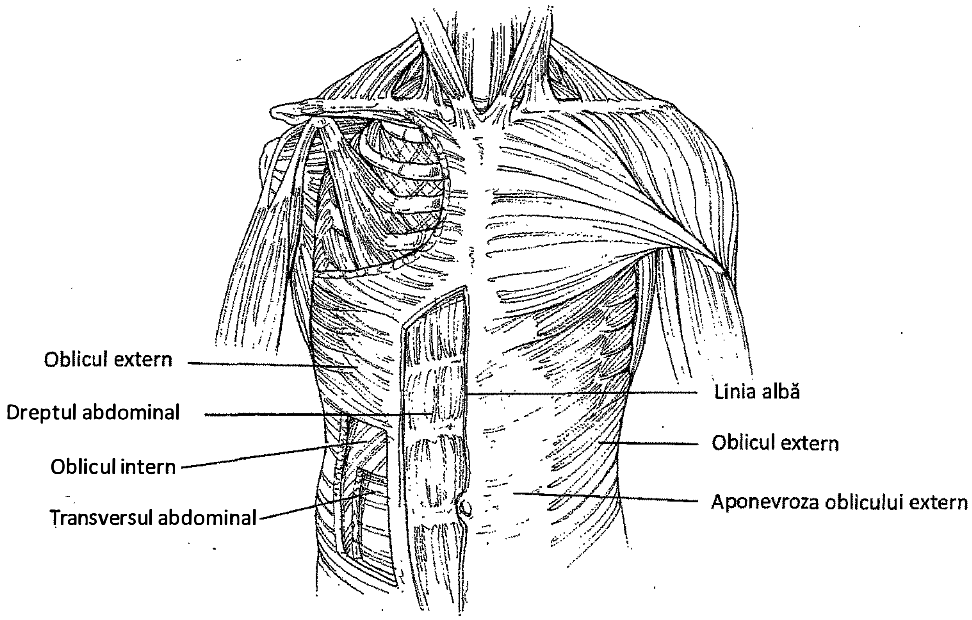


FIGURA 9.11 Cei mai importanți mușchi ai peretelui abdominal.

MUȘCHII RESPIRAȚIEI

Actul respirator are două faze: inspirația, în timpul căruia toracele se expansionează și aerul intră în plămâni, și expirația, în timpul căruia toracele se relaxează și aerul iese din plămâni. Cei mai importanți mușchi inspiratori includ **diafragma** și **mușchii intercostali externi**. Inspirația mai profundă implică mușchi precum pectoralul mare și trapezul. În timpul expirației, mușchii implicați sunt oblicul intern, oblicul extern, transversul abdominal și dreptul abdominal. Totuși, expirația este în general un proces pasiv, ce urmează relaxării mușchilor inspiratori.

DE REȚINUT
Respirația relaxată implică diafragma și mușchii intercostali externi.

MUȘCHII PELVISULUI

Mușchii pelvisului contribuie la formarea pereților și a planșeului pelvian. Doi dintre cei mai importanți mușchi care participă la formarea planșeului pelvian sunt ridicătorul anal și coccigianul.

Ridicătorul anal este un mușchi pereche, care își are originea pe pereții pelvisului, la nivelul pubisului și al ilionului. Fiecare mușchi se inseră pe mușchiul de pe partea opusă formând un **rafeu,** în care fibrele musculare se împletesc; acest rafeu se termină posterior sub forma unei bandelete (Figura 9.12) care se inseră pe coccis. Acest mușchi susține organele pelviene.

Mușchiul coccigian este un mușchi mic, în formă de evantai, care asistă ridicătorul anal. Are originea pe spina ischionului și se inseră pe coccis, ajutând la susținerea organelor pelviene.

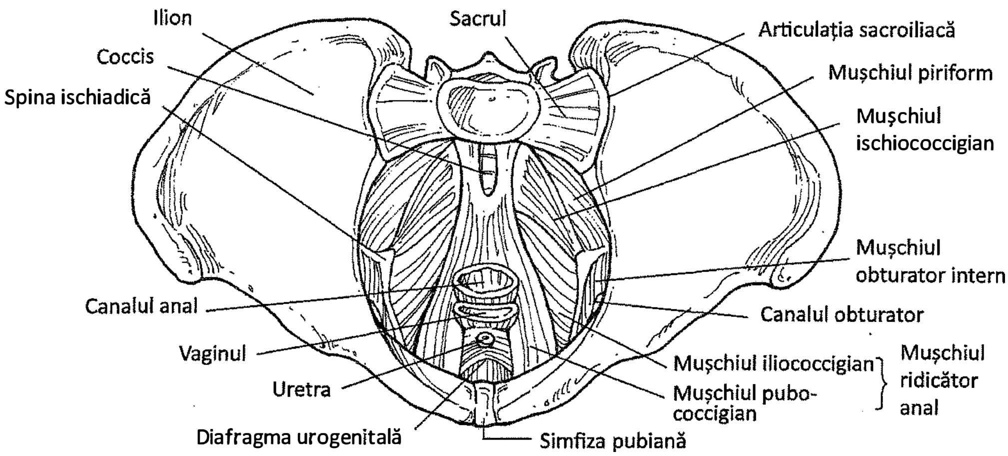
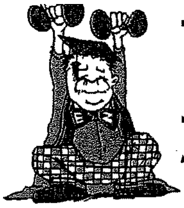


FIGURA 9.12 Mușchii profunzi ai pelvisului feminin.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Identificaţi corect literele corespunzătoare muşchilor.

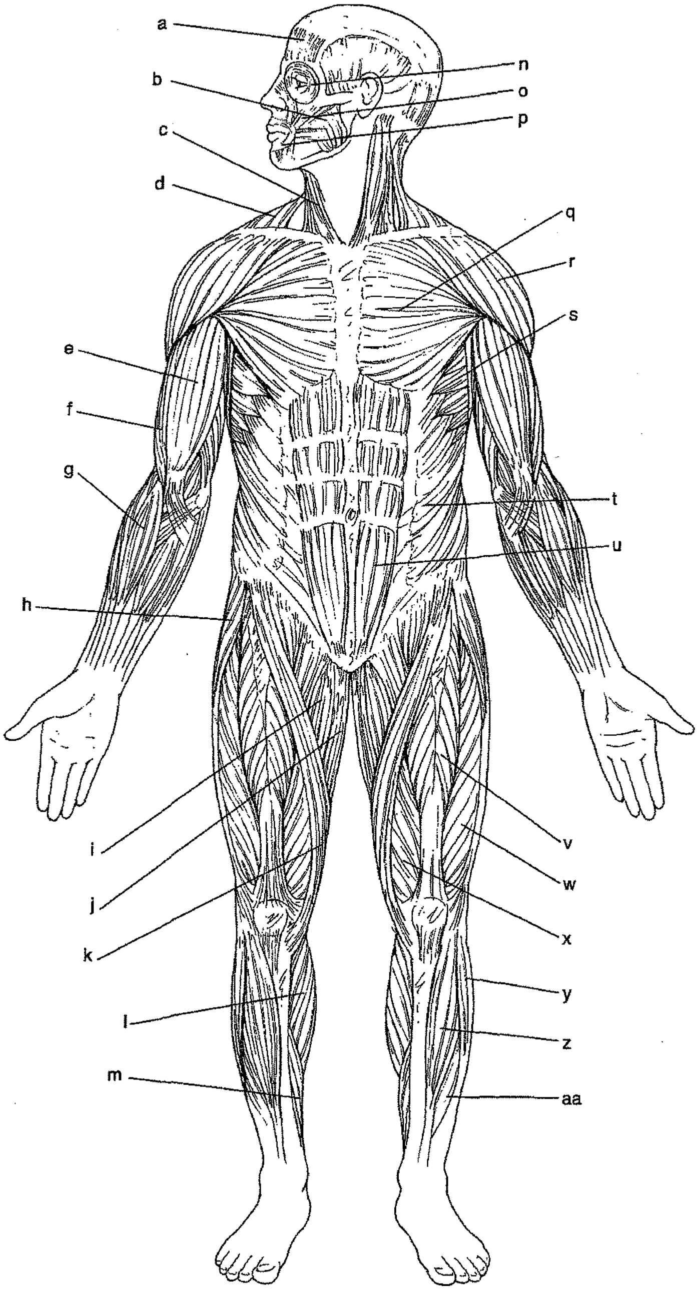


FIGURA 9.13

__ 1. Adductorul lung
__ 2. Bicepsul brahial
__ 3. Brahialul
__ 4. Brahioradialul
__ 5. Deltoidul
__ 6. Extensorul lung al degetelor
__ 7. Oblicul extern
__ 8. Frontalul
__ 9. Gastrocnemianul
__ 10. Gracilis
__ 11. Maseterul
__ 12. Orbicularul ochiului
__ 13. Orbicularul gurii
__ 14. Pectoralul mare
__ 15. Peronierul lung
__ 16. Dreptul abdominal
__ 17. Dreptul femural
__ 18. Croitorul
__ 19. Dinţatul anterior
__ 20. Solearul
__ 21. Sternocleidomastoidul
__ 22. Tensorul fasciei late
__ 23. Tibialul anterior
__ 24. Trapezul
__ 25. Vastul lateral
__ 26. Vastul medial
__ 27. Zigomaticul

Identificați corect literele corespunzătoare mușchilor.

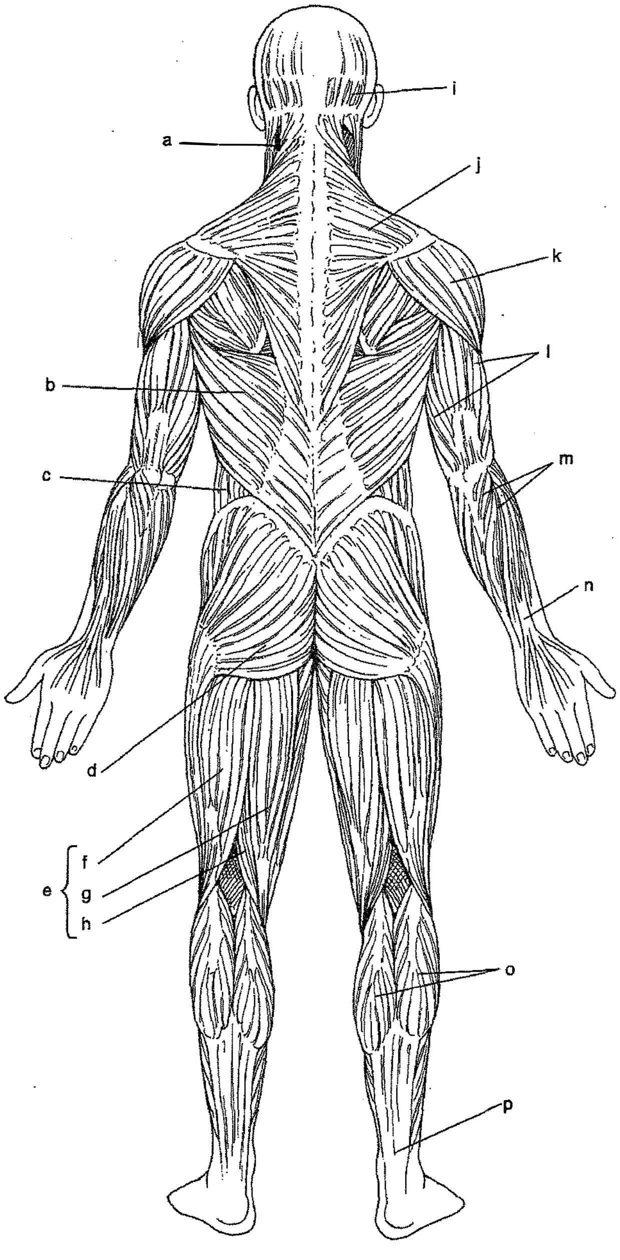


FIGURA 9.14

__ 1. Bicepsul femural
__ 2. Tendonul calcanean
__ 3. Deltoidul
__ 4. Grupele extensoare și flexoare carpiene
__ 5. Extensorul degetelor
__ 6. Oblicul extern
__ 7. Gastrocnemianul
__ 8. Fesierul mare
__ 9. Grupul mușchilor ischiogambieri
__ 10. Dorsal mare
__ 11. Occipitalul
__ 12. Semimembranosul
__ 13. Semitendinosul
__ 14. Sternocleidomastoidul
__ 15. Trapezul
__ 16. Tricepsul brahial

SECŢIUNEA B – Completare: *Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Tendoanele care ataşează mulţi muşchi la oase sunt compuse din___________.
2. Benzile largi, late, şi subţiri de ţesut conjunctiv care ataşează muşchii sau fascia altor muşchi la oase sunt denumite ___________.
3. Muşchii prim motori se mai numesc şi ___________.
4. Muşchii ce acţionează în opoziţie cu muşchii prim motori se mai numesc şi ___________.
5. Muşchiul lat, zimţat, care trage scapula şi extremitatea superioară în afară este ___________.
6. Trapezul este un muşchi lat, triunghiular, aflat de-a lungul spatelui, cu originea pe osul occipital şi apofizele mai multor vertebre şi cu inserţia pe claviculă şi pe ___________.
7. Muşchiul ce extinde braţul şi acţionează antagonist pectoralului mare este ___________.
8. Muşchiul care acoperă umărul şi abduce braţul, cu originea pe scapulă şi claviculă şi inserţia pe humerus este ___________.
9. Cel mai superficial muşchi anterior al braţului, cu două capete de origine este ___________.
10. Tricepsul brahial are originea prin trei capete la nivelul humerusului şi scapulei, iar inserţia pe ulnă pe un reper osos numit ___________.
11. Muşchiul braţului responsabil de flexia braţului din cot este ___________.
12. Muşchiul supinator produce rotaţia antebraţului astfel încât palma să fie îndreptată spre ___________.
13. Antebraţul este rotit medial de către pronatorul rotund şi ___________ pronator.
14. Flexia mâinii este determinată de flexorul radial al carpului şi de flexorul ___________ al carpului.
15. Acţiunea ce permite policelui să atingă vârfurile celorlalte degete este cunoscută ca ___________.
16. Fiecare deget este deservit de muşchii mâinii şi muşchii lungi ai ___________.
17. Muşchiul care uneşte extremitatea inferioară de scheletul axial pentru a produce flexia coapsei şi flexia trunchiului este ___________.

18. Mușchiul iliac are originea în fosa iliacă a ilionului și inserția pe trohanterul mic al ___________.

19. Pentru încrucișarea picioarelor se utilizează mușchiul cunoscut sub denumirea de ___________.

20. Grupul muscular mare, cu patru capete, al feței anterioare a coapsei este ___________.

21. Fibre din dreptul femural, vastul lateral și alți doi mușchi, converg pentru a se insera la nivelul ___________.

22. Mușchiul aparținând grupului mușchilor ischiogambieri, care extinde coapsa și flectează gamba, se numește ___________.

23. Mușchiul tendinos aparținând grupului mușchilor ischiogambieri, care flectează gamba și o rotește medial, se numește ___________.

24. Mușchiul cu două capete, cu originea pe tuberozitatea ischiadică și pe corpul femurului, și inserția pe fibulă, care produce extensia coapsei și flexia gambei este un mușchi ce face parte din grupul mușchilor poplitei și se numește ___________.

25. Cei trei mușchi ai grupului adductorilor sunt adductorul mare, adductorul scurt și adductorul ___________.

26. Grupul muscular al adductorilor are originea pe osul pubis și se inseră pe femur pentru a produce adducția ___________.

27. Cel mai mare mușchi al feselor cu originea parțial pe ilion și inserția pe femur se numește ___________.

28. Fesierul mijlociu se inseră pe trohanterul mare al femurului și produce mișcarea denumită ___________.

29. Mișcările de dorsoflexie și inversie ale piciorului sunt produse de mușchiul numit ___________.

30. Pe suprafața posterioară a gambei se află un mușchi mare, cu originea pe condilul medial al femurului și inserția pe calcaneu, care se numește ___________.

31. Flexia plantară a piciorului este produsă de mușchiul ___________.

32. Tendonul care unește gastrocnemianul de calcaneu este denumit ___________.

33. Pentru că mulți dintre mușchii faciali nu mișcă niciun os, ei nu sunt atașați prin intermediul structurilor numite ___________.

34. Cei mai mulți mușchi faciali există în ___________.

35. Muşchiul lung al gâtului şi muşchiul lung al capului permit capului să se ___________.

36. Muşchiul longissimus şi semispinalul capului permit amândoi mişcarea capului denumită ___________.

37. Muşchiul facial care contribuie la închiderea gurii şi care poate fi palpat când gura este încleştată se numeşte ___________.

38. Mandibula este mişcată în sens lateral şi protruzionează cu ajutorul muşchiului numit ___________.

39. Muşchii faciali subţiri cu inserţia la piele şi originea pe suprafaţa craniului, şi care contribuie la mimică, se numesc ___________.

40. Cei doi muşchi care ridică sprâncenele se numesc ___________.

41. Muşchii extrinseci ai ochiului sunt responsabili de mişcările ___________.

42. Muşchii intrinseci ai ochiului modifică forma unor structuri ale ochiului şi produc dilatarea şi constricţia ___________.

43. Muşchiul care trage capul lateral şi spre torace şi flectează capul este numit ___________.

44. Muşchii lungi, înguşti şi laţi din partea anterioară a gâtului, care acoperă suprafaţa laterală a glandei tiroide şi trag laringele şi osul hioid în jos pentru deglutiţie, se numesc ___________.

45. Pe linia mediană a peretelui abdominal există o linie de ţesut conjunctiv cunoscută sub numele de ___________.

46. Un muşchi asemănător unei benzi care leagă osul pubian de coaste şi stern şi comprimă conţinutul cavităţii abdominale se numeşte ___________.

47. Stratul muscular superficial ce porneşte de la cele opt coaste inferioare şi se inseră pe pubis şi linia albă pentru a încorda peretele abdominal şi a comprima abdomenul se numeşte ___________.

48. Cei mai importanţi muşchi implicaţi în inspiraţie sunt muşchii intercostali externi şi un muşchi sub formă de cupolă cunoscut sub numele de ___________.

49. Muşchiul care susţine organele cavităţii pelviene şi formează un rafeu la nivelul planşeului cavităţii pelviene se numeşte ___________.

50. Muşchiul care susţine organele cavităţii pelviene, cu originea pe spina ischionului şi inserţia pe coccis, este ___________.

***SECȚIUNEA C** – **Întrebări cu răspuns la alegere:** Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Capătul mobil al mușchiului este denumit
   A. origine
   B. inserție
   C. parte proximală
   D. parte dosală

2. Benzile de țesut conjunctiv numite aponevroze, sunt atașate la fascia altor mușchi și leagă, de asemenea,
   A. oase de oase
   B. tendoane de oase
   C. oase de ligamente
   D. mușchii de oase

3. În corpul uman, mușchii pot avea următoarele funcții, *cu excepția*
   A. flexori
   B. extensori
   C. coordonatori
   D. adductori

4. Mușchiul dințat anterior este situat
   A. pe partea laterală a toracelui
   B. deasupra nasului
   C. la nivelul părții superioare a coapsei
   D. la nivelul părții inferioare a coapsei

5. Mușchiul care este contractat atunci când fosa glenoidă este îndreptată în sus în timpul abducției brațului, este
   A. marele dorsal
   B. pătratul pronator
   C. fesierul mijlociu
   D. trapezul

6. Bicepsul brahial este astfel numit pentru că prezintă
   A. două capete
   B. două mișcări pe care le realizează
   C. două inserții
   D. doi mușchi care îl alcătuiesc

7. Brahialul, tricepsul brahial și bicepsul brahial sunt cu toții mușchi ai
   A. gambei
   B. brațului
   C. trunchiului
   D. feselor

8. Cei mai importanți mușchi care rotesc antebrațul spre medial sunt
   A. bicepsul femural și bicepsul brahial
   B. tibialul anterior și tibialul posterior
   C. rotundul pronator și pronatorul pătrat
   D. fesierul mare și fesierul mijlociu

9. Mușchiul care acoperă umărul și în care se administrează frecvent vaccinurile se numește
   A. iliopsoas
   B. deltoid
   C. tibial
   D. drept abdominal

10. Mușchii interosoși dorsali realizează mișcarea
   A. gambelor
   B. trunchiului
   C. feței
   D. degetelor

11. Mușchii coapsei includ
   A. marele dorsal și pectoralul mare
   B. croitorul și vastul lateral
   C. sternocleidomastoidul
   D. diafragma și mușchii intercostali

12. Cvadricepsul femural
   A. se găsește la nivelul antebrațului și are trei capete
   B. se află sub pectoralul mare și pectoralul mic
   C. se coordonează cu mușchiul lung al gâtului și mușchiul lung al capului
   D. se află în apropierea femurului și are patru capete

13. Semitendinosul și semimembranosul sunt considerați amândoi
   A. mușchi ai feselor
   B. mușchi care permit mișcări faciale
   C. mușchi ischiogambieri
   D. mușchi ai pelvisului

14. Cel mai mare mușchi al feselor este
   A. tibialul anterior
   B. fesierul mare
   C. transversul abdominal
   D. iliopsoasul

15. Punctul de inserție al solearului și al gastrocnemianului este
   A. carpianul numit navicular
   B. ultima vertebră
   C. tarsianul denumit calcaneu
   D. cartilajul costal

16. Întoarcerea piciorului în jos, mişcare denumită flexie plantară, este realizată de
    A. pectoralii mare şi mic
    B. peronierul lung
    C. solear şi gastrocnemian
    D. deltoid şi trapez

17. Muşchii feței îşi au originea pe oasele feței sau pe
    A. fascia superficială
    B. ligamentele feței
    C. țesutul cerebral
    D. limbă

18. Printre flexorii importanți ai capului se numără
    A. temporalul și pterigoidianul lateral
    B. mușchiul lung al capului și mușchiul lung al gâtului
    C. ridicătorul anal
    D. dreptul abdominal

19. Când gura este încleștată, mușchiul care se palpează la nivelul tâmplei este
    A. orbicularul gurii
    B. epicranianul
    C. mușchiul extrinsec
    D. temporalul

20. Pterigoidianul lateral contribuie la mişcarea
    A. gâtului în sus și în jos
    B. trunchiului în flexie
    C. mandibulei de o parte și alta
    D. sprâncenelor

21. Mușchiul ciliar care modifică forma cristalinului, și mușchii dilatatori și constrictori ai pupilei, sunt cu toții denumiți
    A. mușchi orbiculari
    B. mușchi platisma
    C. mușchi intrinseci
    D. mușchi maseteri

22. Mușchii care realizează mişcările de aprobare sau negație includ
    A. maseterul
    B. solearul
    C. sternocleidomastoidul
    D. linia albă

23. Muşchiul lung şi aplatizat aflat de ambele părţi ale liniei albe, care leagă coastele şi sternul de osul pubian, este
    A. trapezul
    B. cvadricepsul femural
    C. coccigianul
    D. dreptul abdominal

24. Oblicul extern şi oblicul intern se ataşează la
    A. muşchii grupului popliteu
    B. linia albă
    C. bicepsul femural
    D. zigomatic

25. Muşchii intercostali externi sunt implicaţi în procesul de
    A. digestie
    B. excreţie
    C. mişcare
    D. respiraţie

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul* <u>*subliniat*</u> *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. <u>Originea</u> unui muşchi este în general situată mai departe de linia mediană a corpului.

2. Muşchii sunt frecvent ataşaţi de oase prin ţesut conjunctiv ce constuie <u>ligamentele.</u>

3. Muşchii prim motori ai corpului au de obicei muşchi care acţionează opus lor, denumiţi <u>antagonişti.</u>

4. Muşchiul antebraţului care produce rotaţia antebraţului astfel încât palmele să fie îndreptate spre anterior, se numeşte <u>brahioradial.</u>

5. Pectoralul <u>mare</u> coboară umărul în timp ce abduce scapula.

6. Muşchiul care flectează braţul la nivelul articulaţiei cotului împreună cu bicepsul brahial este <u>deltoidul.</u>

7. <u>Opozabilitatea</u> este acţiunea prin care muşchii scurţi permit policelui să atingă vârfurile celorlalte degete.

8. Muşchiul feţei anterioare a coapsei care acţionează atunci când se ia poziţia de picioare încrucişate a croitorului este <u>iliopsoasul.</u>

9. Bicepsul femural și semitendinosul sunt doi dintre cei trei mușchi ai grupului ischiogambier.

10. Fibrele ce provin din toți cei patru mușchi ai cvadricepsului femural converg și se inseră pe tuberozitatea tibială și pe navicular.

11. Grupul muscular al adductorilor, inclusiv adductorul mare și adductorul lung, produc adducția umărului.

12. Funcția principală a fesierului mare este extensia membrului inferior la nivelul articulației șoldului.

13. Gastrocnemianul produce flexia plantară și este localizat la nivelul feței anterioare a gambei.

14. Inserția gastrocnemianului la unul dintre metatarsiene se face prin intermediul ligamentului larg.

15. Peronierul lung și peronierul scurt sunt implicați în mișcările mâinii.

16. Unii dintre mușchii feței diferă de alți mușchi ai corpului prin faptul că nu necesită conexiunea cu oasele prin intermediul tendoanelor.

17. Unul dintre mușchii importanți care realizează închiderea gurii este mușchiul oblic inferior.

18. Mușchi precum orbicularul gurii sau zigomaticul sunt cunoscuți drept mușchi sistemici datorită inserțiilor lor la piele și datorită apropierii lor de suprafața pielii.

19. Când colțul gurii se ridică în zâmbet, mușchiul care acționează este trapezul.

20. Orbicularul gurii înconjoară gura și determină țuguierea buzelor.

21. Mușchii infrahioidieni acoperă suprafața posterioară a gâtului și trag laringele în jos în timpul deglutiției.

22. Linia albă se întinde de la apofiza xifoidă până la simfiza pubiană și este alcătuită din țesut conjunctiv.

23. Oasele pubiene sunt legate de coaste și stern prin diafragma.

24. Oblicii intern și extern sunt mușchi ce acoperă organele toracelui.

25. Atât coccigianul, cât și ridicătorul anal, contribuie la formarea planșeului și pereților pelvisului.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Mia este alergătoare în echipa de atletism a școlii ei. Ea și-a rupt tendonul calcanean, o leziune care a necesitat tratament chirurgical. Ce mușchi a fost afectat în principal? Este tendonul calcanean originea sau inserția acestui mușchi? Ce mișcare nu va putea ea să facă până nu va fi operată? Este aceasta esențială pentru alergare?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 9.13

1. i
2. e
3. f
4. g
5. r
6. aa
7. t
8. a
9. l
10. j
11. b
12. n
13. p
14. q
15. y
16. u
17. v
18. k
19. s
20. m
21. c
22. h
23. z
24. d
25. w
26. x
27. o

Figura 9.14

1. f
2. p
3. k
4. m
5. n
6. c
7. o
8. d
9. e
10. b
11. i
12. h
13. g
14. a
15. j
16. l

SECŢIUNEA B – Completare

1. ţesut conjunctiv
2. aponevroze
3. agonişti
4. antagonişti
5. dinţatul anterior
6. scapulă
7. dorsal mare
8. deltoidul
9. bicepsul brahial
10. olecranon
11. brahialul/bicepsul brahial
12. anterior
13. pătratul
14. ulnar
15. opozabilitate
16. antebraţului
17. psoasul mare
18. femurului
19. croitor
20. cvadricepsul femural
21. patelei
22. semimembranos
23. semitendinos
24. biceps femural
25. lung
26. coapsei
27. fesierul mare
28. abducţie
29. tibial anterior
30. gastrocnemian
31. solear
32. tendonul ahilian
33. tendoane
34. fascia superficială
35. flecteze
36. extensie
37. temporal
38. pterigoidian lateral
39. muşchi cutanaţi
40. epicranieni
41. globilor oculari
42. pupilei
43. sternocleidomastoidul
44. muşchii infrahioidieni
45. linia albă
46. dreptul abdominal
47. oblicul extern
48. diafragma
49. ridicătorul anal
50. coccigianul

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

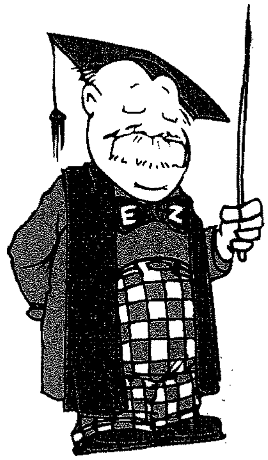
1. B
2. D
3. C
4. A
5. D
6. A
7. B
8. C
9. B
10. D
11. B
12. D
13. C
14. B
15. C
16. C
17. A
18. B
19. D
20. C
21. C
22. C
23. D
24. B
25. D

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals

1. inserţia
2. tendoanele
3. A
4. supinator
5. mic
6. brahialul
7. A
8. muşchiul sartorius
9. A
10. patelă
11. coapsei
12. A
13. posterioare
14. tendonului ahilian
15. piciorului
16. A
17. maseter
18. cutanaţi
19. zigomaticul
20. A
21. anterioară
22. A
23. dreptul abdominal
24. abdominale
25. A

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Cel mai afectat muşchi al Miei este tricepsul sural, deoarece nu se mai realizează inserţia acestuia. Ea nu va mai reuşi să execute flexia plantară, o mişcare esenţială pentru alergare.



10

Țesutul nervos

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie structura celulei nervoase şi transmiterea nervoasă. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- clasificați părțile sistemului nervos ca aparținând sistemului nervos central sau celui periferic, celui somatic sau autonom (vegetativ);
- deosebiți diferitele tipuri de nevroglii;
- clasificați neuronii după structură şi funcție, descriind pe scurt structura acestora;
- identificați celulele care formează mielina şi mecanismul prin care o produc;
- descrieți un nod Ranvier;
- descrieți nervii şi ganglionii nervoşi;
- descrieți un arc reflex;
- caracterizați potențialele membranare neuronale şi factorii celulari care le produc;
- caracterizați potențialele de acțiune;
- identificați efectele mielinizării asupra propagării potențialelor de acțiune;
- caracterizați sinapsele neuronale şi procesele implicate în transmiterea sinaptică;
- identificați neurotransmițătorii;
- aplicați cunoştințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul nervos coordonează procesele complexe ce au loc în mediul intern al organismului. De asemenea, acest sistem asigură integrarea organismului în mediul extern. În acest sens, sistemul nervos facilitează văzul, auzul, gustul sau simțul tactil, și răspunde la stimuli. Fără sistemul nervos, celelalte sisteme ale organismului ar funcționa haotic, independent unele de altele, fără legătură cu nevoile organismului. De exemplu, mușchii nu s-ar mai contracta în mod organizat, temperatura corporală nu ar mai fi reglată, sângele nu ar mai fi distribuit în funcție de nevoile tisulare, iar procesele cognitive și emoțiile nu ar mai exista.

ORGANIZARE

Sistemul nervos are două componente principale: **sistemul nervos central (SNC)** și **sistemul nervos periferic (SNP)**. SNC este compus din encefal și măduva spinării și servește drept centru de control al întregului organism (Figura 10.1). Anumite componente ale SNC integrează informațiile primite și determină reacțiile adecvate.

SNP-ul este alcătuit din receptorii aflați în organele de simț și nervii prin care intervin în comunicarea dintre SNC și organele de simț. SNP-ul conține 12 perechi de nervi cranieni și 31 de perechi de nervi spinali. El informează SNC despre modificarea condițiilor din interiorul organismului și de la suprafața acestuia, iar ulterior transmite răspunsul SNC către mușchi sau glande, care vor ajusta aceste condiții.

SNP conține două tipuri de nervi, nervi motori și nervi senzoriali. **Nervii senzoriali** sau **aferenți** (însemnând „înspre") aduc mesajele provenite de la receptorii organismului spre SNC. **Nervii motori** sau **eferenți** (însemnând „dinspre") transmit mesajele SNC către mușchi sau către alte organe, care răspund astfel stimulilor.

DE REȚINUT
Neuronii aferenți (senzoriali) transmit informația către SNC, pe când neuronii eferenți (motori) transmit informația către mușchi și glande.

Porțiunile motorii ale SNP sunt subîmpărțite în **componenta somatică** și **componenta autonomă (vegetativă)**. Componenta somatică a SNP controlează mușchii scheletici, pe când cea autonomă controlează mușchii involuntari (mușchii netezi și mușchiul cardiac) și glandele.

Componenta autonomă a SNP prezintă două tipuri de nervi motori. Primul tip, **nervii simpatici**, transportă impulsuri către organe și determină reacții la situații de stres, precum reacția „fight or flight" („luptă sau fugi") (Capitolul 11). Cel de-al doilea tip, **nervii parasimpatici**, asigură o stare relaxată organismului și stimulează digestia.

CELULELE GLIALE

În sistemul nervos există două tipuri unice de celule: **neuronii**, sau celulele nervoase, care primesc și transmit semnale biochimice, și **celulele gliale**, care au funcție de suport. Numărul celulelor gliale din sistemul nervos este aproximativ de 10 ori mai mare decât al neuronilor. Celulele gliale mai poartă și numele generic de **nevroglii**.

Există mai multe tipuri de celule gliale în SNC. Unul dintre ele este reprezentat de **oligodendrocite**. Aceste celule se înfășoară în jurul prelungirilor neuronilor, formând teci, alcătuite dintr-un material lipidic numit **mielină**. Un alt tip de celule gliale sunt **astrocitele**, care au prelungiri citoplasmatice alungite, ce le conferă o formă stelată (Figura 10.2).

Astrocitele contribuie la formarea barierei hematoencefalice (sânge-encefal), care previne sau încetinește accesul substanțelor nedorite în țesutul cerebral. Astrocitele ajută și la izolarea țesutului nervos lezat.

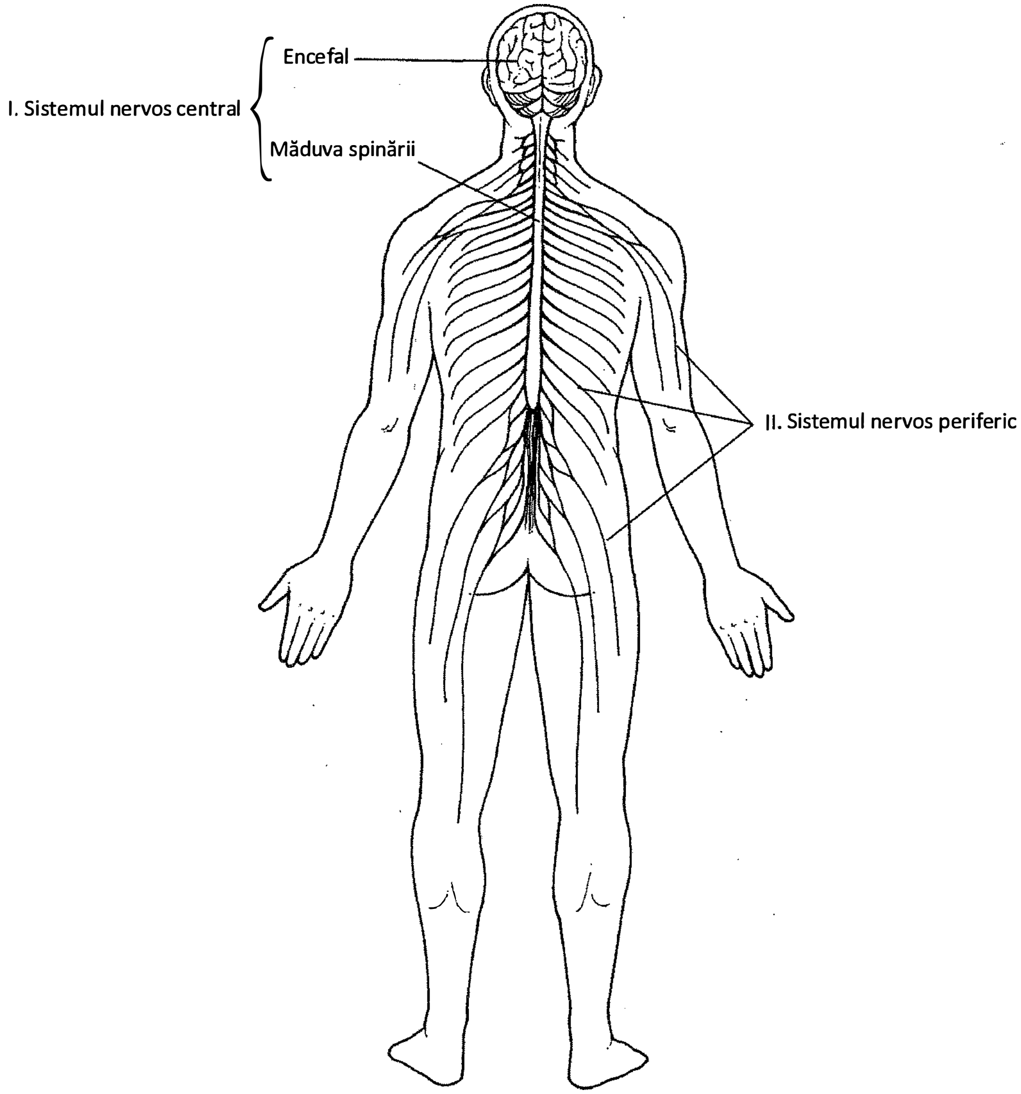


FIGURA 10.1 Cele două componente principale ale sistemului nervos uman.

Microgliile sunt celule gliale mici, dispersate în encefal și în măduva spinării. Aceste celule acționează în cazul inflamațiilor sau a leziunilor, devenind mobile și fagocitând microorganismele care au invadat țesutul nervos.

În SNP, **celulele Schwann** se înfășoară în jurul prelungirilor neuronilor localizați în afara sistemului nervos central. Ele sintetizează teaca de mielină ce acoperă prelungirile neuronilor din SNP.

> **DE REȚINUT**
> În SNC, teaca de mielină este sintetizată de oligodendrocite, iar în SNP de către celulele Schwann.

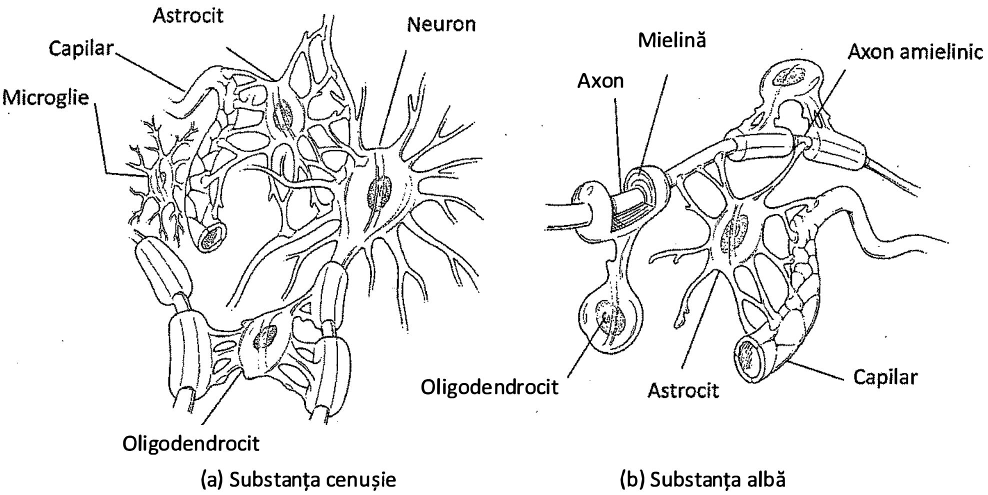


FIGURA 10.2 Neuronii și celulele gliale din sistemul nervos central. (a) Relația dintre cele două tipuri de celule în substanța cenușie a encefalului și a măduvei spinării. (b) Relația dintre celule în substanța albă.

NEURONII

Neuronii sunt celule specializate în recepționarea și transmiterea informației în sistemul nervos. **Neuronul** este unitatea structurală și funcțională a sistemului nervos. Neuronii se pot diferenția între ei datorită prelungirilor pe care le prezintă.

Neuronii pot fi clasificați după structură sau după funcție. Din punct de vedere structural, neuronii sunt multipolari, bipolari și pseudounipolari. **Neuronii multipolari** prezintă numeroase prelungiri scurte, numite **dendrite**, și o prelungire unică, lungă, numită **axon**. Mulți neuroni din SNC aparțin acestei categorii. **Neuronii bipolari** au un axon și o singură dendrită. Ei sunt localizați în retină, urechea internă și mucoasa olfactivă. **Neuronii pseudounipolari** au o singură prelungire, care se divide pentru a forma o dendrită și un axon. Majoritatea neuronilor senzoriali sunt pseudounipolari (Figura 10.3).

Neuronii pot fi clasificați, din punct de vedere funcțional, în neuroni senzoriali (aferenți), motori (eferenți) și interneuroni (neuroni de asociație). **Neuronii senzoriali** transmit informația dinspre receptori înspre SNC, iar **neuronii motori** transmit mesajele SNC către mușchi, inimă și glande. **Interneuronii (neuronii de asociație**) conectează neuronii senzoriali cu cei motori și, de asemenea, alți interneuroni între ei. Interneuronii se găsesc în SNC, unde primesc informații de la neuronii senzoriali, le integrează și reacționează trimițând mesaje prin intermediul neuronilor motori.

> **DE REȚINUT**
> Interneuronii se găsesc numai în SNC.

Corpul celular al neuronilor reprezintă doar un mic procent din volumul total al celulei. La acest nivel se găsește nucleul și, de asemenea, multe alte organite celulare precum mitocondrii, aparat Golgi și lizozomi. Un organit caracteristic pentru neuron, **corpii Nissl**, sunt alcătuiți din reticul endoplasmatic rugos (Capitolul 3), în care se sintetizează proteine.

Dendritele, prelungiri foarte ramificate ale corpului celular, sunt specializate în recepționarea impulsurilor nervoase și transmiterea lor către corpul celular. Suprafața den-

dritelor prezintă mii de formațiuni spinoase prin care, ele realizează joncțiuni cu alți neuroni sau cu receptori senzoriali.

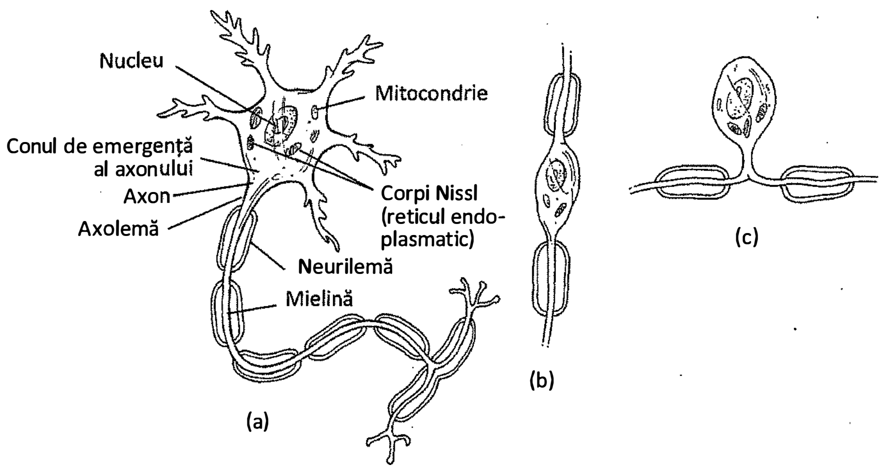


FIGURA 10.3 O reprezentare a celor trei tipuri de neuroni prezenți în sistemul nervos. Neuronii multipolari (a) au numeroase prelungiri, neuronii bipolari (b) au două, iar cei pseudounipolari (c) au una singură, care apoi se ramifică. Detaliile structurii neuronului sunt prezentate în imaginea neuronului multipolar.

Impulsurile sunt transmise dinspre corpul celular prin intermediul axonului. Axonul pornește dintr-o porțiune îngroșată a corpului celular, numită **con de emergență**. Citoplasma din interiorul axonului se numește **axoplasmă**, iar membrana sa, **axolemă**.

Diametrul axonului este microscopic, dar lungimea sa poate atinge peste un metru. De exemplu, axonii care pornesc din porțiunea inferioară a măduvei spinării și ajung la nivelul labei piciorului pot avea o lungime de până la 1,2 m. Deseori, axonii mai multor neuroni denumiți uzual **fibre nervoase**, se reunesc alcătuind **nervi**.

La capătul distal, axonul prezintă mii de ramificații microscopice, numite **terminații axonale**. Aceste terminații prezintă dilatări, numite **butoni terminali**. La nivelul acestora sunt eliberate, de către neuroni, substanțe chimice denumite **neurotransmițători**. Neurotransmițătorii transmit impulsurile nervoase de la neuron la mușchi, glande sau alți neuroni.

TEACA DE MIELINĂ

Există două tipuri de celule responsabile de sinteza tecii izolatoare de mielină a neuronilor. În SNC, **oligodendrocitele** emit prelungiri, care se înfășoară în jurul axonilor sau dendritelor (Figura 10.2). În SNP, însuși corpul **celulelor Schwann** se înfășoară în jurul prelungirilor neuronului (Figura 10.4). În ambele cazuri, celulele produc o membrană stratificată numită teacă de mielină.

Teaca de mielină izolează axonul. Este compusă în principal din **mielină**, o substanță lipidică de culoare albă, care este componenta principală a membranei oligodendrocitelor și a celulelor Schwann. Mielina izolează reacțiile electrochimice care conduc

impulsurile nervoase de-a lungul axonilor. Fibrele mielinice conduc rapid impulsurile nervoase, pe când cele amielinice le conduc mai lent. În sistemul nervos central se găsesc atât axoni mielinici, cât și axoni amielinici.

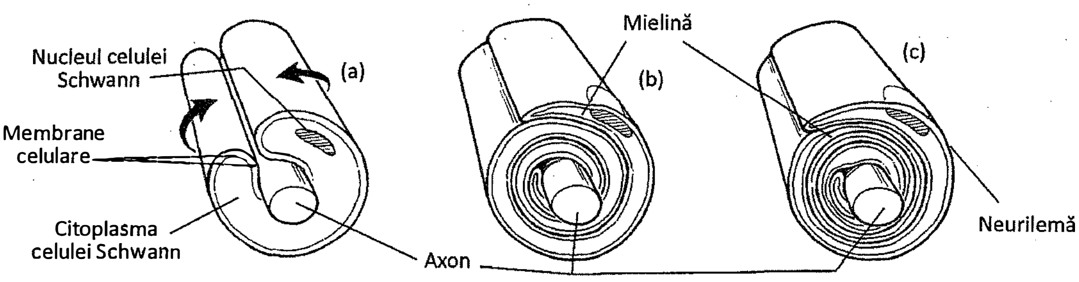


FIGURA 10.4 Formarea tecii de mielină pe măsură ce celula Schwann se înfășoară în jurul axonului, prezentată în imagini succesive (a), (b) și (c). Mielina este o substanță de culoare albă, bogată în lipide, din membrana celulei Schwann.

Oligodendrocitele și celulele Schwann își înfășoară membrana celulară în jurul axonilor și dendritelor pentru a forma teaca de mielină. Între două prelungiri succesive ale oligodendrocitelor, respectiv între două celule Schwann succesive, se găsesc spații denumite **nodurile lui Ranvier**. La nivelul acestora axonul nu prezintă mielină.

Mielina este răspunzătoare pentru culoarea substanței albe din encefal și din măduva spinării. Ea intră și în componența nervilor mielinici periferici. Deteriorarea mielinei în SNC poate da naștere unei afecțiuni denumită **scleroză multiplă**.

Partea externă a tecii de mielină, care înconjoară axonii sau dendritele, se numește **neurilemă** (Figura 10.4). Neurilema are rol în regenerarea neuronilor lezați.

NERVII ȘI GANGLIONII

Un **nerv** este format din mai multe **fascicule** de axoni și/sau dendrite. Fiecare fascicul nervos este înconjurat de o teacă numită **perinerv**. Nervul este învelit la exterior de un țesut conjunctiv fibros numit **epinerv**, care solidarizează fasciculele între ele.

Corpurile celulare ale neuronilor sunt adeseori grupate în structuri numite **ganglioni**. Există mulți ganglioni localizați în afara măduvei spinării. De la acești ganglioni pornesc axoni și/sau dendrite înspre alte părți ale organismului.

FIZIOLOGIA NERVILOR

Sistemul nervos coordonează acele activități care atrag după ele răspunsul la stimuli. Prima astfel de activitate este **recepția**, în cursul căreia sunt captate informații din mediul înconjurător. Următoarea activitate este **transmiterea**, în care informația este livrată sistemului nervos central de către neuronii senzoriali. Urmează **integrarea**, în cursul căreia este determinată reacția potrivită. În final, apare **răspunsul**, în cursul căruia un impuls nervos este transmis prin intermediul neuronilor motori către **efectori**, care vor reacționa în concordanță cu stimulul. Principalii efectori din organism sunt mușchii și glandele.

ACTIVITATEA NERVOASĂ

Neuronii senzoriali, interneuronii și neuronii motori produc impulsuri nervoase pentru a transmite informații. Acești neuroni sunt organizați în **circuite neuronale**. Într-un astfel de circuit, neuronii sunt dispuși de așa manieră, încât axonul unui neuron se termină în apropierea dendritei următorului neuron, fără a o atinge. Joncțiunea dintre doi neuroni alăturați se numește **sinapsă**.

Actul reflex, ce are ca bază anatomică **arcul reflex**, este un exemplu simplu de activitate nervoasă (Figura 10.5). Exemplul tipic de act reflex este **reflexul rotulian**, în care apare extensia gambei la percutarea ligamentului patelar. Un alt exemplu este **reflexul de retragere**, în care un deget atins de un stimul dureros este retras imediat.

Un reflex ia naștere când un neuron senzorial recepționează un stimul. Este generat un impuls nervos, care este condus de neuronii senzoriali către interneuronii din sistemul nervos central, care au rol de centru de procesare. Interneuronii comunică cu neuronii motori, fiind generat un impuls, care va fi transmis unui efector, mușchi sau glandă, care va acționa în consecință. În reflexul de retragere, de exemplu, retragerea degetului este determinată de contracția mușchilor.

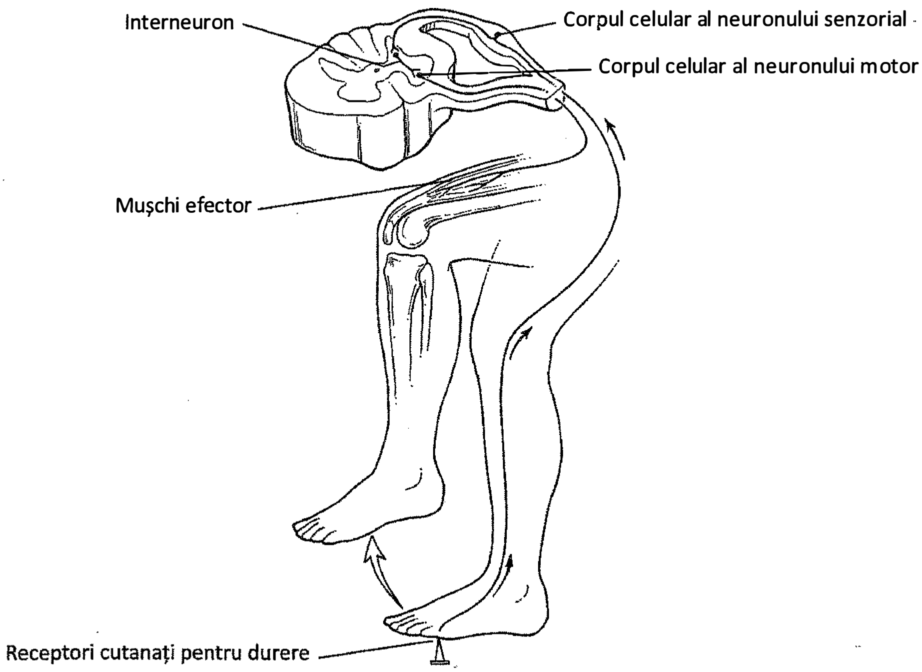


FIGURA 10.5 Un arc reflex tipic, ilustrat cu ajutorul reflexului de retragere. Impulsurile iau naștere la nivelul receptorilor dureroși și ajung la măduva spinării prin intermediul neuronilor senzoriali. Interneuronul interpretează impulsul și trimite un răspuns prin intermediul neuronului motor către mușchii efectori, care îndepărtează laba piciorului de stimulul dureros. Observați localizarea corpului celular al neuronului senzorial, care se află în afara măduvei spinării, într-un ganglion, și pe cea a corpului neuronului motor, situat în măduva spinării.

TABELUL 10.1 COMPONENTELE UNUI ARC REFLEX

Componenta	Descriere	Funcție
Receptorul	Capătul receptor al unei dendrite sau o celulă receptoare specializată, aflată într-un organ de simț	Sensibil la modificări interne sau externe
Neuronul senzorial	Dendrita, corpul celular și axonul unui neuron senzorial (aferent)	Transmite impulsuri nervoase de la receptor către encefal sau măduva spinării
Interneuronul	Dendrita, corpul celular și axonul unui neuron situat în encefal sau în măduva spinării	Servește drept centru de procesare; conduce impulsul nervos de la neuronul senzorial la cel motor
Neuronul motor	Dendrita, corpul celular și axonul unui neuron motor (eferent)	Transmite impulsul nervos de la encefal sau măduva spinării către un efector
Efectorul	Un mușchi sau o glandă din afara sistemului nervos	Răspunde la stimularea provenită de la neuronul motor și produce acțiunea reflexă

Reflexul poate fi automat și inconștient, fără a include encefalul sau o activitate mentală. Ajută la menținerea homeostaziei organismului în timpul unor activități precum strănutul, tusea sau înghițitul, și reprezintă cea mai simplă activitate îndeplinită de către sistemul nervos (componentele arcului reflex sunt prezentate în Tabelul 10.1).

IMPULSUL NERVOS

În multe cazuri, activitatea nervoasă este inițiată prin stimularea unui receptor de la suprafața corpului (Capitolul 12). Cei mai cunoscuți receptori sunt neuronii din organele senzoriale precum ochiul și nasul. Alți receptori, prezenți în piele, reacționează la presiune, atingere, căldură sau frig. După ce un receptor a fost stimulat, mesajul neuronal este transmis spre SNC prin intermediul unui neuron senzorial. La originea impulsului nervos stă un eveniment electrochimic datorat modificării distribuției ionilor în celula nervoasă.

După cum arată și numele, un **neuron în repaus** nu transmite impulsuri. Într-un neuron în repaus, suprafața externă a membranei celulare are o încărcătură electrică pozitivă, iar citoplasma din interior este electronegativă. Astfel, neuronul în repaus este **polarizat**, fiindcă suprafața internă și cea externă a membranei sale au sarcini electrice opuse. Fiind separate astfel, sarcinile electrice vor determina o acțiune în cazul în care diferența dintre sarcini se modifică. Această diferență se numește **potențial de repaus** (Figura 10.6).

DE REȚINUT
Un neuron în repaus are o sarcină electrică negativă în interior și una pozitivă în exterior; el este polarizat.

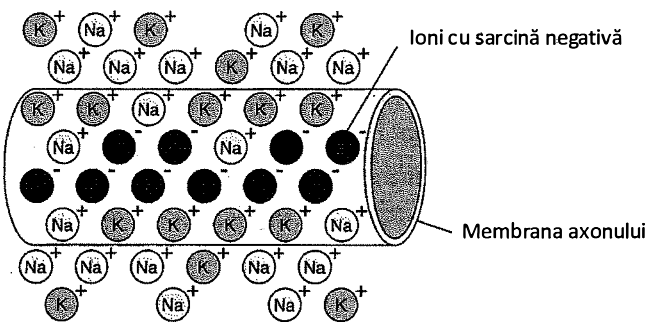


FIGURA 10.6 Dezechilibrul ionic între interiorul și exteriorul unei celule nervoase. Numărul mare de ioni negativi din celulă este pus pe seama moleculelor proteice. Numărul ionilor de sodiu din exteriorul celulei este mai mare decât cel al ionilor de potasiu, ceea ce contribuie la menținerea unei sarcini electrice pozitive în exteriorul celulei.

Potențialul de repaus reprezintă un dezechilibru între sarcinile electrice aflate de o parte și de alta a membranei celulare. Într-un neuron în repaus, potențialul de repaus este de aproximativ 70 de milivolți (mV). Prin convenție, acest potențial se exprimă ca -70 mV („electronegativ"), pentru că suprafața internă a membranei celulare are o sarcină electrică negativă față de cea pozitivă prezentă pe suprafața externă.

Potențialul de repaus este rezultatul unui exces de ioni pozitivi în exteriorul membranei celulare, comparativ cu interiorul acesteia. Există, de asemenea, un ușor exces de ioni negativi în citoplasmă, care includ ionii de fosfat organic. Proteinele citoplasmatice au, de asemenea, o sarcină electrică negativă. Concentrația **ionilor de sodiu** din exteriorul celulei este de peste 10 ori mai mare decât cea din interior, ceea ce îi conferă suprafeței externe a membranei celulare o sarcină pozitivă, comparativ cu interiorul.

Dezechilibrul ionic din celulele nervoase se datorează mai multor factori. Un factor este reprezentat de o **pompă de sodiu-potasiu** foarte eficientă. Această pompă transportă câte trei ioni de sodiu în afara celulei, prin mecanisme de transport activ, și introduce în celulă câte doi ioni de potasiu. Pompa funcționează împotriva gradientului de concentrație al ionilor și, prin urmare, sunt necesare cantități mari de ATP pentru a furniza suficientă energie. Deoarece mai mulți ioni pozitivi sunt pompați în afara celulei decât sunt introduși în interiorul acesteia, intracelular apare un potențial electric negativ (Figura 10.6).

Dezechilibrul ionic este determinat și de difuziunea ionilor din zonele cu concentrație mai mare înspre zonele cu concentrație mai scăzută, prin canale membranare. Unele dintre aceste canale sunt alcătuite din proteine membranare care suferă modificări structurale, pentru a se putea deschide atunci când membrana este stimulată. Astfel de canale se numesc **canale cu poartă** („gated channels"), pentru că acționează ca niște porți și sunt specifice pentru diferite tipuri de ioni. Canalele de sodiu și cele de potasiu sunt exemple de canale cu poartă.

Un impuls nervos se numește **potențial de acțiune** (Figura 10.7). La generarea unui potențial de acțiune, un stimul electric, mecanic sau chimic modifică potențialul de repaus prin deschiderea canalelor de sodiu, permițând intrarea ionilor de sodiu în celulă. Odată cu accesul ionilor de sodiu în celulă, membrana neuronului se depolarizează. În timpul depolarizării, potențialul de repaus se ridică până la valoarea de aproximativ -55

mV, care reprezintă **intensitatea prag** al unui impuls nervos. În acest moment, **canalele de sodiu voltaj-dependente** se deschid, și un număr și mai mare de ioni de sodiu pătrunde rapid în celulă. Acest influx durează o miime de secundă, apoi canalele se închid. Valoarea potențialului de repaus continuă să crească până la aproximativ +35 mV („pozitiv"), având loc o inversare temporară a polarității.

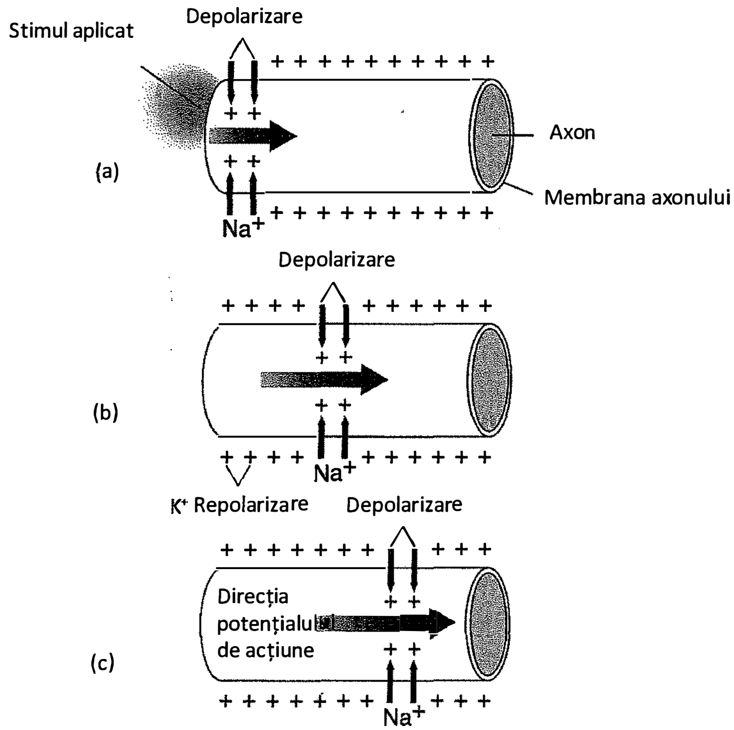


FIGURA 10.7 Potențialul de acțiune al unei celule nervoase. (a) Un stimul este aplicat membranei și ionii de sodiu (+) pătrund în celulă; membrana celulară își pierde polaritatea, generând astfel un potențial de acțiune. (b) Membrana adiacentă este depolarizată, iar potențialul de acțiune se propagă; între timp, zona inițială se repolarizează prin acumularea de ioni de potasiu (+), fiind pregătită pentru declanșarea unui nou impuls. (c) Potențialul de acțiune se propagă de-a lungul axonului pe măsură ce sunt depolarizate zone succesive ale membranei.

Dacă potențialul de acțiune este suficient de puternic pentru a depolariza zona învecinată a membranei prin deschiderea mai multor canale de sodiu voltaj-dependente, acea zonă se va depolariza și procesul se repetă. Astfel, o **undă de depolarizare** se propagă ca o reacție în lanț. Unda „călătorește" de-a lungul neuronului și reprezintă potențialul de acțiune, sau impulsul nervos.

> **DE REȚINUT**
> O zonă activată a unui neuron are o sarcină pozitivă datorită influxului de ioni de sodiu; ea este depolarizată.

După ce potențialul de acțiune a părăsit zona inițială, membrana începe să se repolarizeze. Canalele de sodiu se închid, iar cele de potasiu se deschid, declanșând ieșirea potasiului din celulă. Astfel, sarcina din exterior redevine pozitivă și membrana se repolarizează. Întregul ciclu depolarizare-repolarizare are loc în mai puțin de o milisecundă.

Reîntoarcerea la starea de repaus necesită pomparea sodiului în exteriorul neuronului, care are loc în secundele următoare. În stare depolarizată, neuronul este **refractar,**

ceea ce înseamnă că nu poate transmite un alt potențial de acțiune decât dacă stimulul este foarte puternic. Odată ce ionii de sodiu au fost pompați în exterior și potențialul de repaus a fost restabilit, neuronul este capabil să genereze un nou potențial de acțiune. Astfel, celula nervoasă urmează legea „**totul sau nimic**": un stimul suficient de puternic pentru a depolariza neuronul la pragul critic are ca rezultat un impuls nervos; un stimul mai puternic are ca rezultat același impuls; neuronul transmite sau nu un impuls nervos; intensitatea impulsului nervos nu variază. Cu toate acestea, un stimul foarte puternic poate genera câteva impulsuri nervoase sau potențiale de acțiune succesive.

Teaca de mielină sintetizată de către oligodendrocite în SNC și celulele Schwann în SNP permite o transmitere mai rapidă a impulsului nervos de-a lungul axonilor și/sau dendritelor mielinizate. Deoarece ionii nu pot pătrunde sau ieși din neuron decât la nivelul nodurilor Ranvier prezente între celulele Schwann sau între prelungirile oligodendrocitelor, impulsul „sare" de la nod la nod în loc să progreseze constant de-a lungul neuronului. Acest fenomen poartă numele de **propagare (conducere) saltatorie**. Conducerea saltatorie mărește considerabil viteza impulsurilor, permițând reacții mai rapide la stimuli (Figura 10.8). De exemplu, reacțiile reflexe necesită neuroni mielinici în SNP pentru a putea avea o viteză de reacție mai mare.

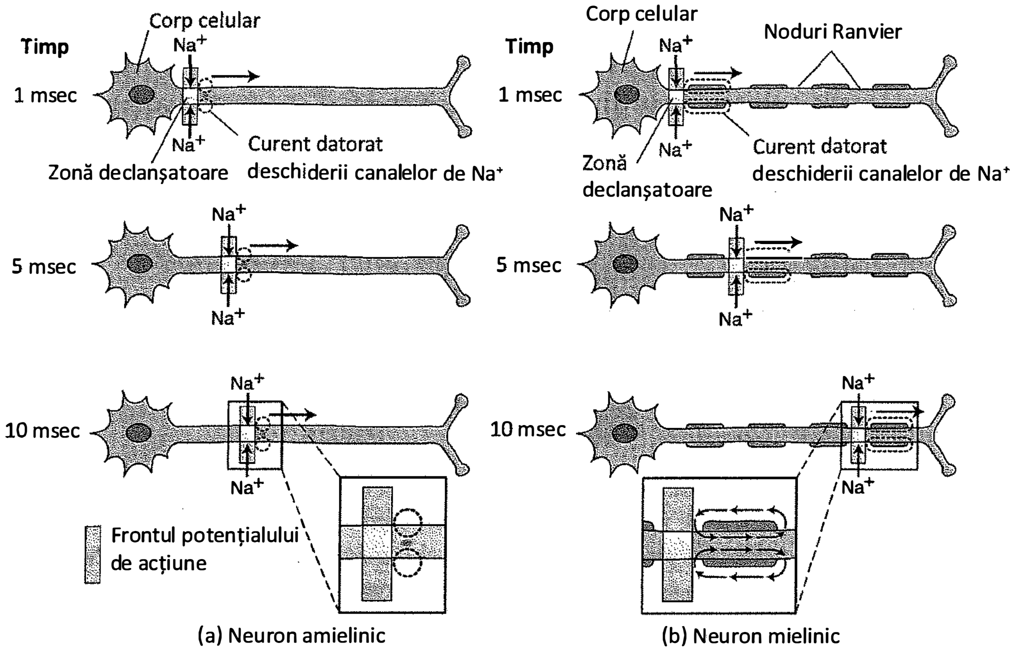


FIGURA 10.8 O comparație între propagarea impulsurilor în neuronii mielinici și cei amielinici. Observați cu cât este mai mare distanța parcursă de impuls în neuronul mielinizat, în aceeași unitate de timp. (a) Conducere continuă. (b) Conducere saltatorie.

SINAPSA

Sinapsa reprezintă joncțiunea dintre doi neuroni sau dintre un neuron și un efector: mușchi sau glandă. Sinapsa dintre un neuron și o celulă musculară poartă numele de **sinapsă neuromusculară** sau **placă motorie**. Spațiul din interiorul sinapsei se numește **fantă sinaptică**. Când impulsul ajunge la capătul axonului, nu poate sări peste această fantă.

Ca atare, există un mecanism chimic ce conduce mesajul spre următorul neuron, mușchi sau glandă.

Odată ajuns la butonii terminali ai axonului, impulsul nervos stimulează eliberarea de substanțe chimice denumite **neurotransmițători**. Aceștia difuzează rapid prin fanta sinaptică și modifică permeabilitatea următorului neuron. Dacă există suficiente molecule de neurotransmițător, dendritele următorului neuron se depolarizează și impulsul nervos nou format este propagat mai departe.

DE REȚINUT
Neurotransmițătorii ajung prin exocitoză în fanta sinaptică pentru a stimula sau inhiba următoarea celulă.

Neurotransmițătorii sunt sintetizați continuu și se găsesc în butonii terminali ai axonilor. La acest nivel, ei sunt stocați în vezicule delimitate de o membrană, numite **vezicule sinaptice**. Când un impuls nervos ajunge la butonul terminal, canalele de calciu voltaj-dependente se deschid și ionii de calciu din exterior pătrund în axon, determinând eliberarea neurotransmițătorilor din veziculele sinaptice prin exocitoză, la nivelul membranei presinaptice (Figura 10.9).

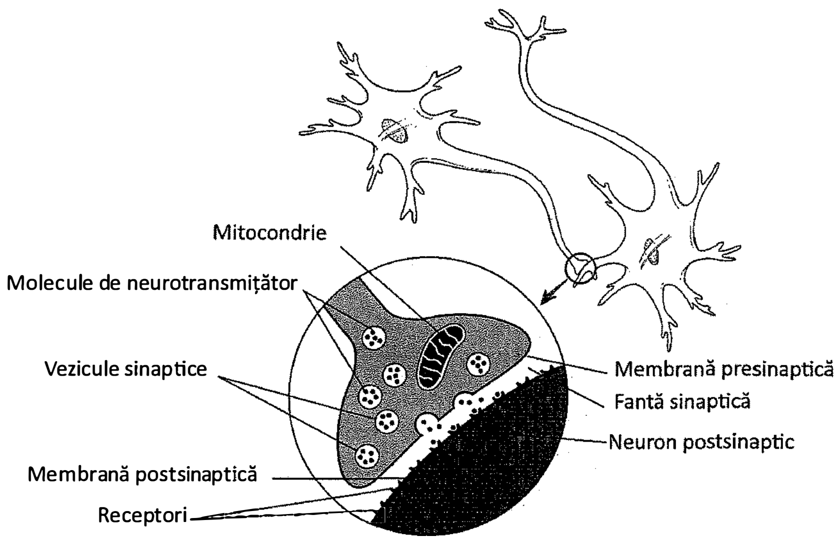


FIGURA 10.9 Activitatea sinaptică. Atunci când un potențial de acțiune ajunge la capătul axonului, moleculele de neurotransmițător (precum acetilcolina) sunt eliberate din veziculele sinaptice prin exocitoză, la nivelul membranei presinaptice. Moleculele traversează fanta sinaptică și se leagă de receptorii de pe suprafața membranei postsinaptice. Acest fenomen generează un potențial de acțiune în neuronul postsinaptic.

După ce difuzează în fanta sinaptică, neurotransmițătorii se leagă de receptorii aflați pe membrana dendritelor următorului neuron (membrana postsinaptică). Acești receptori sunt niște molecule proteice, care formează canale ionice. Aceste canale se deschid și permit intrarea ionilor de sodiu în dendrită. Dacă există un influx suficient de sodiu, are loc depolarizarea și este generat un nou impuls nervos.

Se cunosc peste 50 de tipuri diferite de neurotransmițători. Unul dintre cei mai cunoscuți neurotransmițători este **acetilcolina**. Aceasta este eliberată de către neuronii ce inervează mușchii scheletici la nivelul joncțiunii neuromusculare, pentru a declanșa con-

tracția musculară. Acetilcolina este eliberată și de unii neuroni din componenta vegetativă a SNP și de unii neuroni din encefal. După ce acetilcolina se leagă de receptori, este descompusă de o enzimă denumită **colinesterază**, în interiorul sinapsei. Acest lucru permite ca stimulul să aibă o durată scurtă. Alți neurotransmițători sunt recuperați prin endocitoză, pentru a putea fi refolosiți.

Un alt neurotransmițător bine cunoscut este **noradrenalina (norepinefrina)**. Ea este eliberată de către neuronii simpatici pentru a declanșa reacția „fight or flight" („luptă sau fugi") (Capitolul 11) și, de asemenea, de către mulți neuroni din encefal și din măduva spinării. Alți neurotransmițători sunt **adrenalina (epinefrina)** și **dopamina**. Noradrenalina, adrenalina și dopamina fac parte dintr-o clasă de substanțe organice numite **catecolamine**.

Alți neurotransmițători cunoscuți sunt serotonina, glutamatul, glicina și endorfinele (Tabelul 10.2). Unii neurotransmițători îndeplinesc diferite roluri în organism (unii sunt inhibitori), iar alții sunt identici cu hormonii secretați de glandele endocrine. Neurotransmițătorii sunt produși în zone diferite ale sistemului nervos; de exemplu, glutamatul este produs în special în cortexul cerebral, iar glicina mai ales în măduva spinării. Anumiți neurotransmițători excită neuronul postsinaptic și produc depolarizări și impulsuri nervoase denumite **potențiale postsinaptice excitatorii** (PPSE). Alți neurotransmițători inhibă apariția impulsurilor nervoase în neuronul postsinaptic, prin menținerea canalelor de sodiu în stare închisă. Această inhibare duce la apariția **potențialelor postsinaptice inhibitorii (PPSI)**.

TABELUL 10.2 PROPRIETĂȚILE UNOR NEUROTRANSMIȚĂTORI

Neurotransmițătorul	Localizare	Acțiune
Acetilcolina	Joncțiuni neuromusculare, sistemul nervos vegetativ, encefal	Excită mușchii, încetinește ritmul cardiac, transmite diverse semnale în sistemul nervos vegetativ și în encefal
Noradrenalina (norepinefrina)	Sistemul nervos simpatic, encefal	Reglează activitatea viscerelor și unele funcții cerebrale
Dopamina	Encefal	Implicată în controlul unor funcții motorii
Serotonina	Encefal, măduva spinării	Poate fi implicată în funcții mentale, ritmul circadian, reglarea somnului și a stării de veghe
Acidul gama-amino-butiric	Encefal, măduva spinării	Inhibă diverși neuroni
Glicina	Măduva spinării	Inhibă diverși neuroni



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Completare: Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.

1. Sistemul nervos are două componente principale, numite sistem nervos central și ____________________.
2. Sistemul nervos central cuprinde encefalul și ____________________.
3. Sistemul nervos periferic conține receptori localizați în ____________________.
4. Există 31 de perechi de nervi spinali și 12 perechi de ____________________.
5. Impulsurile nervoase din sistemul nervos central sunt transmise către glande și ____________________.
6. Cele două componente ale sistemului nervos periferic sunt componenta somatică și componenta ____________________.
7. Nervii senzoriali se mai numesc și ____________________.
8. Nervii motori se mai numesc și ____________________.
9. Un alt nume al celulei nervoase este ____________________.
10. Celulele cu funcție de suport ale sistemului nervos se numesc ____________________.
11. În SNC, celulele gliale ce își înfășoară prelungirile citoplasmatice în jurul prelungirilor neuronilor și formează teaca de mielină se numesc ____________________.
12. Celulele gliale cu formă stelată și cu procese alungite ce formează bariera hemato-encefalică se numesc ____________________.
13. Celulele gliale care fagocitează microorganisme se numesc ____________________.
14. În SNP, celulele gliale care se înfășoară în jurul prelungirilor neuronilor se numesc ____________________.
15. În sistemul nervos periferic, celulele Schwann formează ____________________.
16. Unitatea structurală și funcțională a sistemului nervos este ____________________.
17. Neuronii cu mai multe dendrite și un singur axon se numesc ____________________.
18. Neuronii cu un axon și o singură dendrită se numesc ____________________.

19. Majoritatea neuronilor senzoriali sunt neuroni de tip ____________________.

20. Neuronii care transmit informații de la receptori către sistemul nervos central se numesc neuroni aferenți sau ____________________.

21. Neuronii motori transmit impulsurile de la sistemul nervos central către glande sau ____________________.

22. Neuronii motori se mai numesc și ____________________.

23. Neuronii ce conectează neuronii senzoriali cu cei motori sunt neuroni de asociație sau ____________________.

24. Nucleul și majoritatea organitelor se găsesc în acea parte a neuronului care este numită ____________________.

25. Proteinele sunt sintetizate de către reticulul endoplasmatic al neuronului, denumit și ____________________.

26. Impulsurile sunt conduse dinspre corpul celular de către o prelungire lungă numită ____________________.

27. O fibră nervoasă este alcătuită din fascicule de ____________________.

28. La capătul axonului se găsesc mii de ramificații microscopice numite ____________________.

29. Substanțele chimice eliberate la capătul axonilor se numesc ____________________.

30. Învelișul care izolează axonul se numește ____________________.

31. Între mai multe celule Schwann succesive sau între prelungiri succesive ale oligodendrocitelor se află spații numite ____________________.

32. Deteriorarea mielinei poate avea ca rezultat o afecțiune numită ____________________.

33. Porțiunea externă a tecii de mielină ce înconjoară axonul se numește ____________________.

34. Un nerv este alcătuit din câteva grupări de axoni și/sau dendrite, fiecare grupare fiind denumită și ____________________.

35. Corpurile celulare ale neuronilor sunt adesea grupate în structuri numite ____________________.

36. Prima activitate care are loc în cursul reacției organismului la un stimul se numește ____________________.

37. Un neuron ce nu transmite impulsuri nervoase este un ____________________.

38. Deoarece interiorul și exteriorul membranei unui neuron în repaus au sarcini electrice opuse, se spune că neuronul este ____________________.

39. Diferența de potențial electric din neuronul în repaus se numește ______________________.

40. În exteriorul membranei unui neuron în repaus există o mare concentrație de ______________________.

41. În exteriorul membranei unui neuron în repaus, sarcina electrică este ______________________.

42. Pentru a menține în funcțiune pompa de sodiu-potasiu, trebuie furnizată energie de către ______________________.

43. Un alt nume pentru impulsul nervos este ______________________.

44. După ce impulsul nervos s-a propagat mai departe în axon, membrana neuronului trebuie să se ______________________.

45. În stare depolarizată, se spune despre neuron că este ______________________.

46. Neuronii generează un impuls nervos de aceeași intensitate, indiferent de intensitatea stimulului; acest fenomen se numește ______________________.

47. Joncțiunea dintre doi neuroni se numește ______________________.

48. Spațiul din interiorul sinapsei în care sunt eliberați neurotransmițătorii se numește ______________________.

49. Neurotransmițătorul care stimulează mușchii la nivelul joncțiunii neuromusculare este ______________________.

50. Neurotransmițătorul eliberat de neuronii simpatici pentru a declanșa reacția „fight or flight" este ______________________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Sistemul nervos periferic este alcătuit din
   A. encefal și nervi cranieni
   B. receptori senzoriali și nervi
   C. encefal și măduva spinării
   D. măduva spinării și receptori senzoriali

2. Encefalul și măduva spinării sunt componente ale
   A. sistemului nervos periferic
   B. sistemului nervos autonom
   C. sistemului nervos senzorial
   D. sistemului nervos central

3. Nervii simpatici și parasimpatici aparțin
   A. sistemului nervos central
   B. sistemului nervos senzorial
   C. sistemului nervos autonom
   D. sistemului nervos cranian

4. Următoarele sunt tipuri de nevroglii, *cu excepția*
   A. astrocitelor
   B. microgliilor
   C. oligodendrocitelor
   D. limfocitelor

5. Celulele Schwann sunt localizate pe neuroni
   A. la nivelul corpilor Nissl
   B. la nivelul prelungirilor
   C. în astrocite
   D. în nucleu

6. În sistemul nervos
   A. se găsesc mai multe celule gliale decât neuroni
   B. se găsesc mai mulți neuroni decât celule gliale
   C. există același număr de neuroni și de celule gliale
   D. nu se găsesc celule gliale

7. Neuronii bipolari au
   A. un singur corp Nissl şi un singur corp Golgi
   B. doi ribozomi în fiecare corp celular
   C. un axon și o dendrită
   D. două origini în receptorii senzoriali

8. Următoarele afirmații despre interneuroni (neuroni de asociație) sunt adevărate, *cu excepția*
   A. nu au axoni
   B. se găsesc în sistemul nervos central
   C. conectează între ei neuronii motori cu cei senzoriali
   D. primesc informații de la neuronii senzoriali

9. Funcția dendritelor este
   A. interpretarea impulsurilor nervoase
   B. sinteza proteinelor
   C. de a adăposti nucleul celulei
   D. conducerea impulsurilor nervoase spre corpul celular

10. Fasciculele de axoni se reunesc sub forma
   A. nervilor
   B. dendritelor
   C. neurilemelor
   D. microgliilor

11. Neurotransmițătorii sunt eliberați de neuroni la nivelul
   A. mitocondriilor
   B. butonilor terminali ai dendritelor
   C. butonilor terminali ai axonilor
   D. corpilor Golgi

12. Axonul nu este înconjurat de mielină
    A. la nivelul corpului celular
    B. la nivelul nodurilor Ranvier
    C. în encefal
    D. în sistemul nervos vegetativ

13. Scleroza multiplă este cauzată de
    A. deteriorarea mielinei
    B. absența terminațiilor axonale
    C. incapacitatea de a elibera neurotransmițători
    D. lipsa celulelor Schwann

14. Perinervul și epinervul sunt asociate cu
    A. neurilema
    B. corpii Nissl
    C. nervii
    D. nevrogliile

15. Efectorii primari ai activității nervoase sunt
    A. neuronii
    B. oasele și glandele
    C. axonii și dendritele
    D. glandele și mușchii

16. Sinapsa apare
    A. între corpul celular și axoni
    B. numai în receptorii senzoriali
    C. între dendrite și corpul celular
    D. între doi neuroni

17. Într-un neuron în repaus, suprafața internă a membranei celulare
    A. are o sarcină electrică pozitivă
    B. nu are sarcină electrică
    C. are o sarcină electrică negativă
    D. are atât o sarcină pozitivă, cât și una negativă

18. Un neuron în repaus
    A. este polarizat
    B. nu are teacă de mielină
    C. are axoni, dar nu are dendrite
    D. nu are citoplasmă

19. Un impuls nervos reprezintă
    A. un corp Nissl
    B. potențialul de acțiune
    C. potențialul de repaus
    D. potențialul sinaptic

20. Ionii care mențin dezechilibrul ionic într-un neuron în repaus sunt
    A. sulful și borul
    B. oxigenul și carbonul
    C. beriliul și radonul
    D. potasiul și sodiul

21. Sub acțiunea unui stimul, membrana neuronală
    A. se contractă
    B. se depolarizează
    C. se extinde
    D. începe să sintetizeze proteine

22. După trecerea impulsului, neuronul se repolarizează prin efluxul de
    A. izotopi de carbon
    B. ioni de hidrogen
    C. atomi de oxigen
    D. ioni de potasiu

23. O sinapsă dintre un neuron și un mușchi se numește
    A. desmozom
    B. joncțiune „gap"
    C. joncțiune neuromusculară
    D. joncțiune sinovială

24. Următoarele substanțe pot fi neurotransmițători, *cu excepția*
    A. pitresinei
    B. noradrenalinei
    C. acetilcolinei
    D. dopaminei

25. După ce a fost utilizată într-o sinapsă, acetilcolina este
    A. lăsată neatinsă
    B. descompusă
    C. convertită într-o enzimă
    D. convertită în ioni de potasiu

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Cele două componente principale ale sistemului nervos sunt sistemul nervos periferic și sistemul nervos intern.

2. Nervii aferenți se mai numesc și nervi motori.

3. Cele două tipuri principale de celule din sistemul nervos sunt neuronii și celulele gliale.

4. Oligodendrocitele cu formă stelată sunt celule gliale care contribuie la formarea barierei hematoencefalice prin prelungirile lor lungi.
5. Nevrogliile au funcție de suport pentru celulele nervoase.
6. Neuronii cu o singură prelungire, care servește atât drept axon, cât și drept dendrită, se numesc neuroni bipolari.
7. Neuronii motori transmit impulsuri dinspre sistemul nervos periferic către mușchi și glande.
8. Una din funcțiile neuronilor de asociație este cea de conectare a neuronilor senzoriali cu cei aferenți.
9. Nucleul neuronului se găsește în axon.
10. Prelungirile neuronale specializate în recepționarea impulsurilor sunt axonii.
11. Un cordon nervos este un fascicul de axoni și/sau dendrite.
12. Substanțele chimice denumite neurotransmițători sunt eliberate de către neuroni la nivelul butonilor sinaptici.
13. La nivelul nodurilor Ranvier de la nivelul dendritelor există mielină.
14. Substanța albă cerebrală își datorează culoarea citoplasmei ce înconjoară celulele nervoase.
15. Un ganglion este constituit dintr-o grupare de corpi neuronali.
16. Locul în care un axon se apropie de o dendrită, fără a intra în contact cu aceasta, se numește sinergism.
17. Un neuron în repaus este polarizat datorită diferenței dintre sarcinile electrice de pe fețele membranei sale celulare.
18. În exteriorul membranei celulare a unui neuron în repaus concentrația de ioni de hidrogen este de 10 ori mai mare decât în interiorul său.
19. Energia necesară pompei de sodiu-potasiu provine din moleculele de NAD din citoplasma neuronului.
20. Pentru a provoca un impuls nervos, un stimul alterează potențialul de repaus prin creșterea permeabilității membranei nucleare.
21. Un potențial de acțiune, o undă de depolarizare, reprezintă același lucru ca un impuls nervos.
22. Un impuls de aceeași intensitate va fi generat în celula nervoasă indiferent de puterea stimulului, odată ce pragul declanșării a fost atins. Acest fenomen poartă numele de legea intensității prag.
23. Fără neurotransmițători precum acetilcolina, un impuls nervos nu poate fi propagat într-o sinapsă.

24. Procesul de endocitoză permite eliberarea neurotransmițătorilor în fanta sinaptică.

25. Cei trei neurotransmițători din grupa catecolaminelor sunt dopamina, adrenalina și noradrenalina.

SECȚIUNEA D - Studiu de caz

Mary are scleroză multiplă. Nu își poate focaliza privirea decât cu greutate și se împiedică frecvent pe drumul spre muncă. Simptomele ei sunt provocate de demielinizarea neuronilor din sistemul nervos central. Care dintre celulele din sistemul nervos central al lui Mary sunt afectate în mod direct de boală? Care sunt efectele la nivel celular?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A - Completare

1. sistemul nervos periferic
2. măduva spinării
3. organele de simț
4. nervi cranieni
5. mușchi
6. autonomă (vegetativă)
7. aferenți
8. eferenți
9. neuronul
10. celule gliale
11. oligodendrocite
12. astrocite
13. microglii
14. celule Schwann
15. teaca de mielină
16. neuronul
17. neuroni multipolari
18. neuroni bipolari
19. pseudounipolar
20. neuroni senzoriali
21. mușchi
22. neuroni eferenți
23. interneuroni
24. corpul celular
25. corpul Nissl
26. axon
27. axoni și/sau dendrite
28. terminații axonale
29. neurotransmițători
30. teaca de mielină
31. noduri Ranvier
32. scleroză multiplă
33. neurilemă
34. fascicul
35. ganglioni
36. recepție
37. neuron în repaus
38. polarizat
39. potențial de repaus
40. ioni de sodiu
41. pozitivă
42. ATP
43. potențial de acțiune
44. repolarizeze
45. refractar
46. legea „totul sau nimic"
47. sinapsă
48. fantă sinaptică
49. acetilcolina
50. noradrenalina/norepinefrina

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

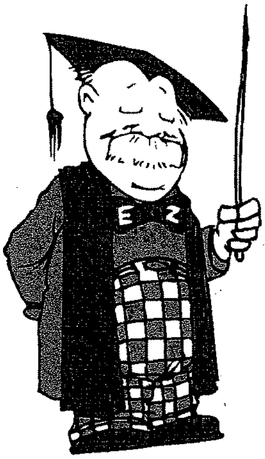
1. B	6. A	11. C	16. D	21. B
2. D	7. C	12. B	17. C	22. D
3. C	8. A	13. A	18. A	23. C
4. D	9. D	14. C	19. B	24. A
5. B	10. A	15. D	20. D	25. B

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. central
2. senzoriali
3. A
4. astrocitele
5. A
6. pseudounipolari
7. central
8. motori sau eferenți
9. corpul celular
10. dendritele
11. o fibră nervoasă
12. A
13. nu există mielină
14. mielinei
15. A
16. sinapsă
17. A
18. sodiu
19. ATP
20. membranei celulare
21. A
22. „totul sau nimic"
23. A
24. exocitoză
25. A

SECȚIUNEA D - Studiu de caz

Scleroza multiplă atacă oligodendrocitele, acestea încetând să mai mielinizeze neuronii. Din această cauză, potențialele de acțiune sunt mai lente decât în mod normal, afectând coordonarea mișcărilor și recepționarea de informații vizuale în mod coordonat.



11

Organizarea sistemului nervos

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie organizarea sistemului nervos. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți substanța cenușie de cea albă;
- identificați straturile, spațiile și structurile asociate cu meningele și lichidul cefalorahidian;
- identificați zonele funcționale ale măduvei spinării;
- identificați structura, caracteristicile și funcțiile diferitelor componente ale encefalului;
- localizați zonele funcționale ale encefalului;
- caracterizați sistemul limbic;
- descrieți funcțiile nervilor cranieni și spinali;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul nervos uman are două mari subdiviziuni: sistemul nervos central și sistemul nervos periferic (Tabelul 11.1).

Sistemul nervos central (SNC) este compus din encefal și măduva spinării. Aceste organe sunt alcătuite în principal din corpi celulari și axoni aparținând interneuronilor. Craniul și coloana vertebrală protejează encefalul, respectiv măduva spinării. Organele de simț sunt localizate în apropierea encefalului (Capitolul 12), această proximitate reducând distanța pe care impulsurile nervoase trebuie să o străbată pentru a fi interpretate.

Sistemul nervos periferic (SNP) este alcătuit în principal din axonii și dendritele neuronilor senzoriali și motori. Corpii celulari ai acestor neuroni sunt localizați în sistemul nervos central sau în vecinătatea lui. Axonii și dendritele se extind pornind de la sistemul nervos central sub formă de **nervi**. Majoritatea nervilor sunt denumiți „micști" din cauza prezenței simultane a elementelor senzoriale și a celor motorii. Sistemul nervos periferic informează sistemul nervos central despre stimulii primiți din mediul înconjurător și transmite răspunsurile către efectori (glande și mușchi).

TABELUL 11.1 ORGANIZAREA SISTEMULUI NERVOS UMAN

Sistemul nervos central	Sistemul nervos periferic
Encefalul	Nervi cranieni ce aparțin encefalului 1. Fibre somatice realizează conexiuni cu pielea și mușchii scheletici ai capului și gâtului 2. Fibre vegetative ce relaționează cu viscerele
Măduva spinării	Nervi spinali cu originea în măduva spinării 1. Fibre somatice care conectează pielea și mușchii scheletici cu măduva spinării 2. Fibre vegetative care conectează viscerele cu măduva spinării

SISTEMUL NERVOS CENTRAL

Sistemul nervos central este principalul centru de interpretare a informației din organism. Este compus din encefal, care se continuă cu măduva spinării.

MĂDUVA SPINĂRII ȘI MENINGELE

La adultul normal, **măduva spinării** este un cordon de țesut nervos cu o lungime de aproximativ 45 cm (Figura 11.1). Se extinde în jos dinspre encefal, prin canalul osos format de vertebre. Măduva spinării este o continuare a encefalului, începând în locul în care țesutul nervos părăsește cutia craniană la nivelul foramen magnum (găurii mari) din osul occipital. Măduva spinării se subțiază la capăt și se termină în apropierea discului intervertebral ce separă prima și a doua vertebră lombară.

Partea superficială (externă) a măduvei spinării este albă (**„substanța albă"**) datorită aglomerării de teci de mielină ce învelesc fibrele nervoase. Porțiunea internă este de culoare cenușie (**„substanța cenușie"**) deoarece este alcătuită în principal din corpi neuronali și interneuroni amielinici.

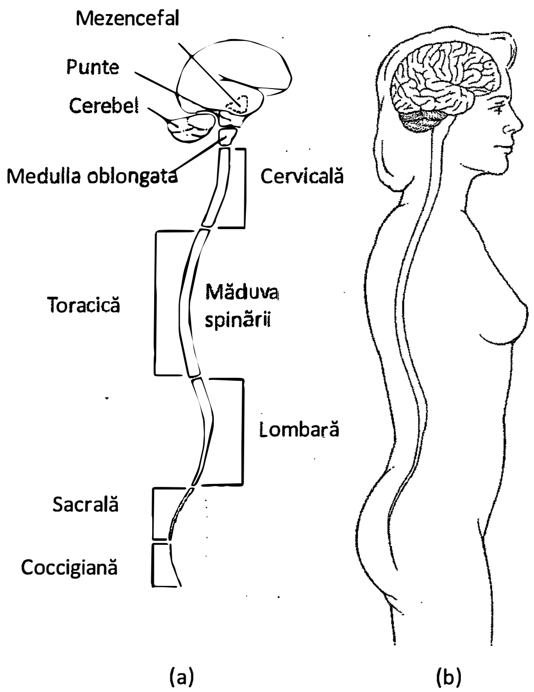


FIGURA 11.1 Anatomia generală a sistemului nervos central uman. (a) Principalele regiuni ale encefalului și ale măduvei spinării. (b) Localizarea sistemului nervos central în organism.

Măduva spinării este înconjurată și protejată de trei membrane care poartă împreună numele de **meninge**: dura mater, arahnoida și pia mater. **Dura mater** este stratul exterior și conține un țesut conjunctiv fibros rezistent, cu multe vase de sânge și nervi. **Arahnoida** este un strat subțire, cu aspect de rețea, cu anumite structuri care reabsorb lichidul cefalorahidian. **Pia mater** este un strat foarte subțire, bogat vascularizat (Figura 11.2).

DE REȚINUT
Encefalul și măduva spinării sunt învelite de trei straturi meningeale: dura mater, arahnoida și pia mater.

Spațiul dintre arahnoidă și pia mater se numește **spațiu subarahnoidian** și conține un lichid clar, apos, numit **lichid cefalorahidian**. Acest lichid se regăsește și în canalul central (ependimar) al măduvei spinării și în interiorul cavităților (ventriculilor) encefalului. Este un lichid asemănător cu limfa, ce servește nevoilor nutriționale și gazoase ale celulelor nervoase din SNC. Pentru a obține o probă din acest lichid în vederea efectuării analizelor când se suspectează o boală a sistemului nervos se folosește o procedură denumită „puncție rahidiană".

Din părțile laterale ale măduvei spinării pornesc 31 de perechi de prelungiri numite **rădăcini nervoase**. Rădăcinile mai apropiate de partea dorsală a corpului se numesc **rădăcini nervoase dorsale**, aici găsindu-se corpii celulari și axonii neuronilor senzoriali ce se îndreaptă spre măduva spinării. Rădăcinile mai apropiate de partea ventrală a corpului se numesc **rădăcini nervoase ventrale** (Figura 11.3). Ele conțin axonii neuronilor motori ce pleacă dinspre măduva spinării. Lezarea rădăcini-

DE REȚINUT
Rădăcinile nervoase dorsale transmit informații senzoriale, iar rădăcinile ventrale transmit comenzi spre mușchii scheletici.

lor dorsale are ca rezultat pierderea senzațiilor provenite de la receptori (**anestezie**), iar lezarea rădăcinilor ventrale duce la incapacitatea de a răspunde la stimuli (**paralizie**). Rădăcinile dorsale și cele ventrale iau naștere din **coarnele posterioare** și respectiv **anterioare** ale măduvei spinării.

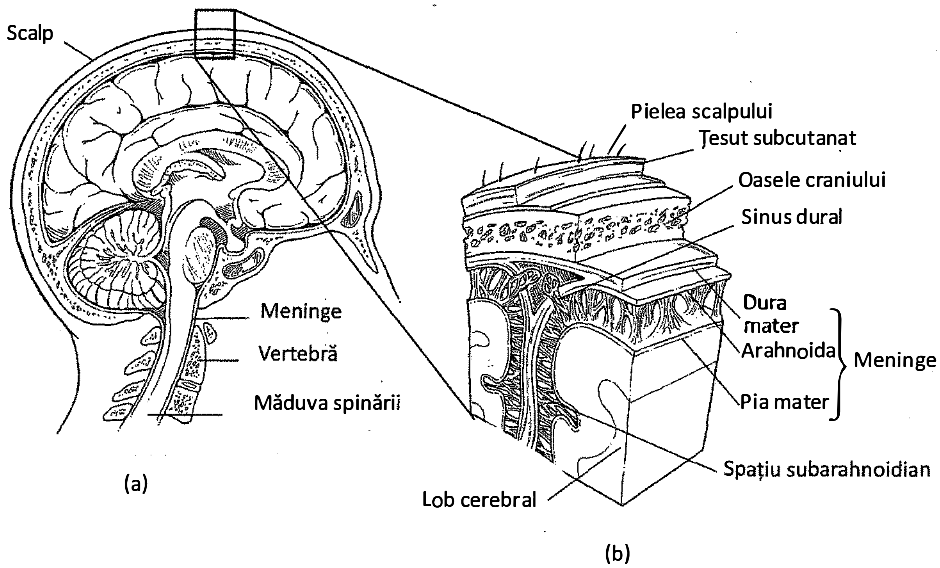


FIGURA 11.2 Structurile ce învelesc sistemul nervos. (a) Relațiile dintre encefal, măduva spinării și oasele ce le înconjoară. (b) Detalii ale celor trei straturi ale meningelui.

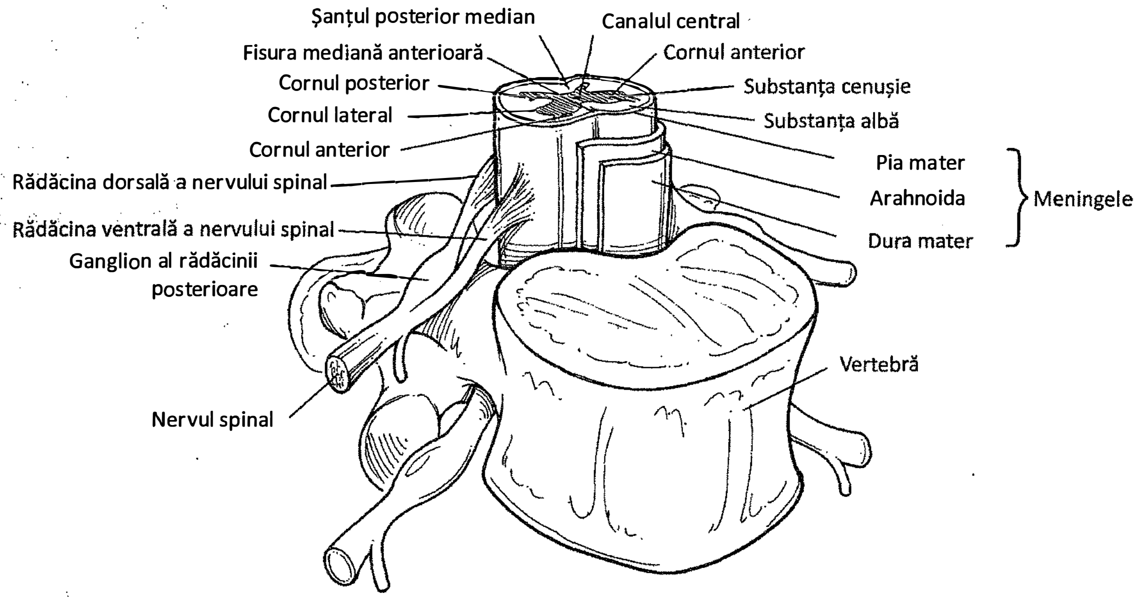


FIGURA 11.3 Secțiune transversală prin măduva spinării. Țesutul nervos este învelit de trei straturi meningeale și este înconjurat de vertebre. Observați rădăcinile nervoase dorsale și ventrale ce pleacă din măduva spinării (rădăcinile dorsale sunt dilatate din cauza prezenței corpilor celulari ai neuronilor senzoriali). Rădăcinile își au originea în coarnele posterioare, respectiv anterioare.

Măduva spinării are două funcții principale în coordonarea nervoasă, servind drept centru coordonator pentru arcul reflex și drept rețea de legătură între sistemul nervos periferic și encefal. Această legătură este realizată de axonii neuronilor din măduva spinării care au traiect ascendent, fiind grupați sub forma unor **tracturi nervoase** numite **tracturi ascendente**. Alte tracturi nervoase transportă informația dinspre encefal înspre efectori (mușchi și glande), fiind denumite **tracturi descendente**. Aceste conexiuni nervoase furnizează un sistem de comunicație bidirecțională între encefal, mușchi și glande.

ENCEFALUL

Encefalul este centrul de organizare și procesare al sistemului nervos (Figura 11.4). Este, de asemenea, centrul conștienței, senzațiilor, memoriei și al coordonării. Encefalul recepționează impulsuri nervoase de la măduva spinării și de la cele 12 perechi de nervi cranieni ce inervează organele de simț, mușchii și glandele. În urma acestora, el generează reacții adecvate și le transmite prin intermediul neuronilor motori. Encefalul este, de asemenea, inițiatorul unor activități ca, spre exemplu, memoria.

Encefalul conține și cele două **emisfere cerebrale**, dreaptă și stângă. Este acoperit de meninge (ca și măduva spinării) și înconjurat de lichidul cefalorahidian, care circulă în cavitățile cerebrale (ventriculii cerebrali) și în spațiul subarahnoidian. Encefalul dispune și de o vastă rețea de capilare cu rol în schimbul de nutrimente și de gaze și în îndepărtarea produșilor reziduali. Acest organ consumă aproximativ 25% din cantitatea totală de oxigen utilizată în organism și este extrem de sensibil la scăderea nivelului de oxigen sau glucoză.

Zonele superficiale și cele aflate în centrul encefalului poartă numele de „substanță cenușie", deoarece sunt formate din corpii neuronilor și interneuroni amielinici. Aceste zone sunt conectate între ele de către axoni mielinici, denumiți „substanța albă" datorită culorii mielinei. Encefalul este împărțit în patru structuri principale: emisferele cerebrale, cerebelul, diencefalul și trunchiul cerebral.

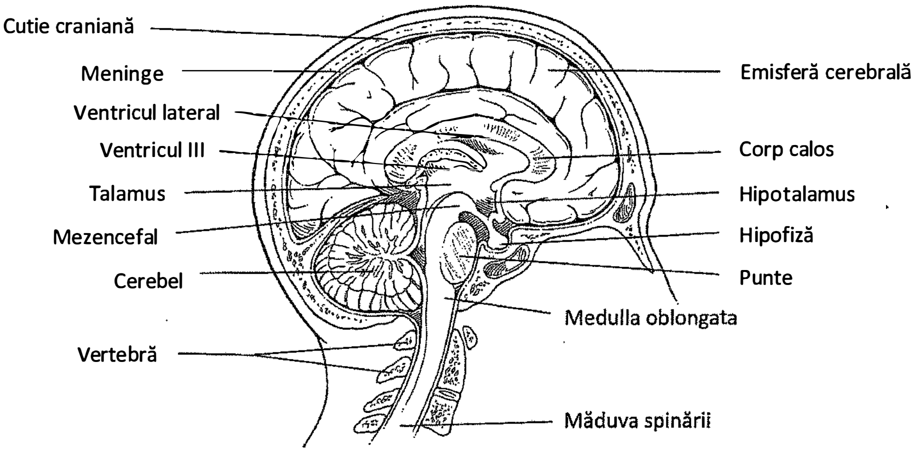


FIGURA 11.4 Encefalul uman în cutia craniană, în secțiune sagitală. Observați diversele structuri prezentate și relațiile dintre ele.

EMISFERELE CEREBRALE

Emisferele cerebrale reprezintă cea mai mare parte a encefalului și conține centri nervoși senzoriali și motori. Ele controlează funcții mentale complexe și sunt unite între ele printr-o punte alcătuită din fibre nervoase numită **corp calos**. Suprafața emisferelor cerebrale conține numeroase **circumvoluțiuni**, numite și **girusuri**, și numeroase adâncituri. O adâncitură superficială este denumită **șanț**, iar una adâncă se numește **fisură**.

Emisferele cerebrale conțin peste 10 miliarde de neuroni. Fiecare emisferă este împărțită în patru lobi: **lobul frontal**, în partea anterioară; **lobul parietal**, în spatele lobului frontal, separat de acesta prin **șanțul central**; **lobul temporal**, situat sub lobul frontal și despărțit de acesta prin **șanțul lateral**, și **lobul occipital**, în partea posterioară a fiecărei emisfere. O altă zonă a emisferelor se numește **insula** (lobul insular), fiind localizată profund și acoperită de unele porțiuni ale lobilor frontal, parietal și temporal.

Emisferele cerebrale conțin neuroni ce interpretează impulsurile provenite de la organele de simț și inițiază răspunsuri voluntare la stimuli. Ele sunt centrul rațiunii și al memoriei și determină, în mare măsură, inteligența și personalitatea unui individ.

Aria motorie principală este localizată în lobul frontal (Figura 11.5). Aici se găsesc neuroni piramidali de talie mare. Impulsurile provenite de la acești neuroni se încrucișează prin intermediul **tractului corticospinal** și stimulează ariile motorii ale organismului situate în partea opusă. **Aria lui Broca** este o regiune a lobului frontal răspunzătoare de activitatea motorie legată de vorbire și de planificarea vorbirii. **Ariile senzoriale** se găsesc în mai mulți lobi. Aceste arii sunt răspunzătoare pentru senzații, sentimente și emoții. Lobii temporali conțin zone pentru auz, iar cei occipitali, zone pentru văz. Aria responsabilă pentru simțul mirosului este situată profund în interiorul emisferelor cerebrale.

Alte regiuni ale emisferelor cerebrale, în special arii ale lobului frontal, sunt asociate cu învățarea, rațiunea, anticiparea și creativitatea. Anumite regiuni ale lobilor parietali răspund de înțelegerea vorbirii și exprimarea ideilor. Senzațiile vizuale sunt interpretate în lobii occipitali.

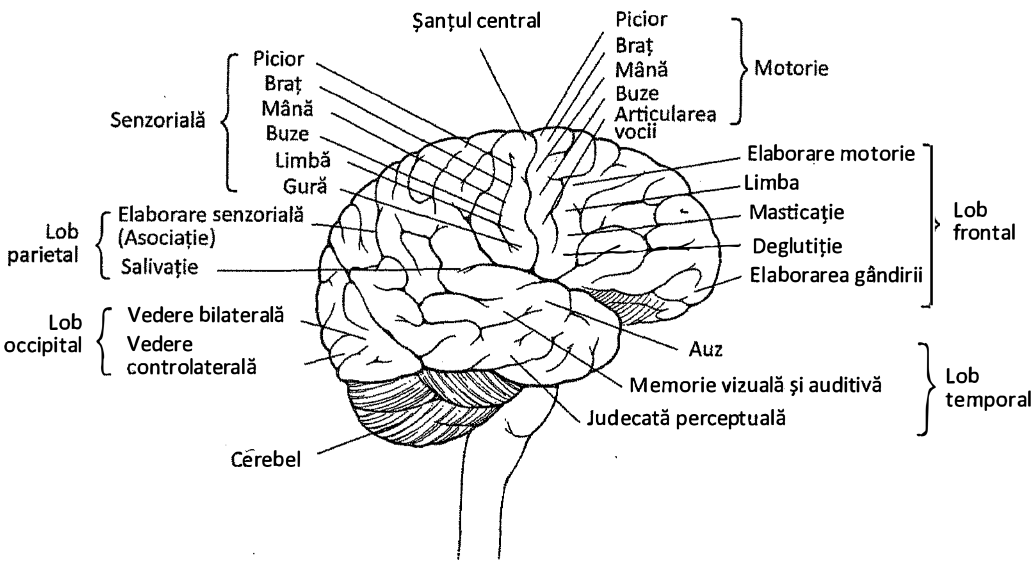


FIGURA 11.5 O vedere din lateral dreapta a encefalului evidențiind lobii și ariile importante, precum și funcțiile controlate de acestea.

În encefal se găsesc o serie de cavități interconectate numite **ventriculi.** Ventriculii conțin lichid cefalorahidian, ce servește nevoilor nutriționale ale celulelor nervoase și se varsă în canalul central al măduvei spinării. Există doi ventriculi laterali în interiorul emisferelor, iar un al treilea se găsește în diencefal. Al patrulea ventricul este localizat între trunchiul cerebral și cerebel (Figura 11.6).

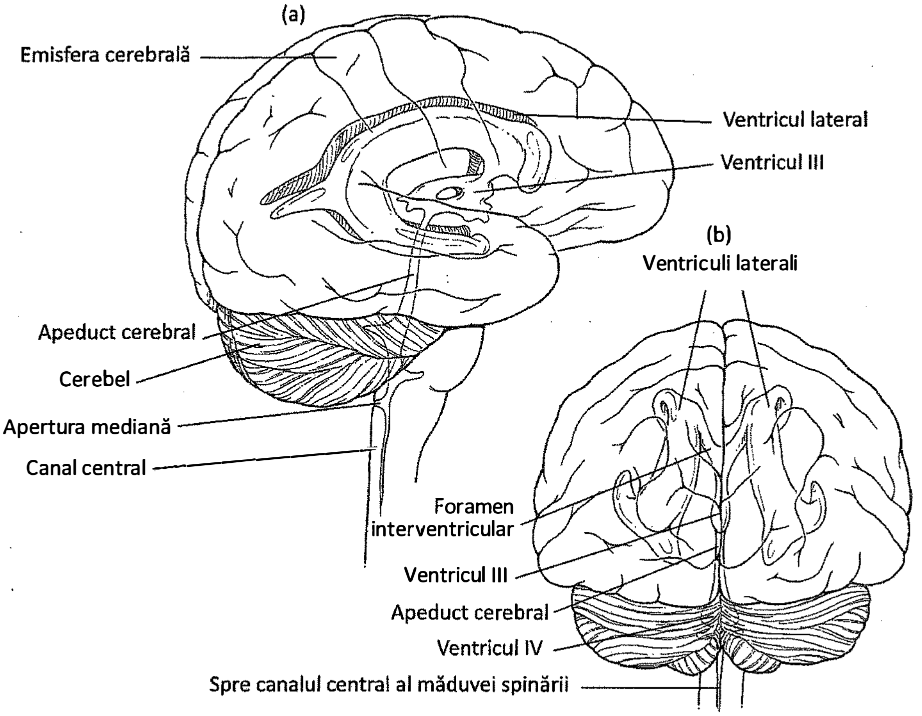


FIGURA 11.6 Ventriculii cerebrali: (a) Vedere laterală stânga; (b) Vedere dorsală.

CEREBELUL

Cerebelul este o masă de substanță cenușie și albă, situată înapoia trunchiului cerebral, care coordonează activitățile motorii. Cerebelul primește stimuli de la emisferele cerebrale și de la receptorii senzoriali pentru a determina ce mușchi trebuie să se contracte. Spre exemplu, în timpul mersului, cerebelul determină care mușchi trebuie utilizați, precum și secvența și intensitatea contracțiilor.

Cerebelul constă din două emisfere separate parțial de către un sept al durei mater. Cerebelul comunică cu alte părți ale sistemului nervos central prin intermediul a trei tracturi nervoase denumite **pedunculi cerebelari.** În calitate de centru reflex pentru coordonarea activității mușchilor scheletici, cerebelul ajută la menținerea posturii și la secvențialitatea mersului.

DIENCEFALUL

Diencefalul este regiunea situată deasupra mezencefalului, între emisferele cerebrale. Cuprinde în interior ventriculul al treilea și este organizat sub formă de mase de substanță cenușie denumite **nuclei.** Unul dintre aceștia, numit **talamus**, este un centru integrativ al impulsurilor senzoriale (Tabelul 11.2 prezintă, pe scurt, aceste funcții).

TABELUL 11.2 O PREZENTARE CONCISĂ A COMPONENTELOR ENCEFALULUI ȘI A FUNCȚIILOR ACESTORA

Componentă	Funcții specifice
Bulbul rahidian / Medulla oblongata	Primește și integrează semnale de la măduva spinării; Trimite semnale către cerebel și talamus; Conține centri ce reglează activitatea cardiacă, presiunea sanguină, frecvența respiratorie, tusea și alte activități involuntare
Puntea	Are funcție de releu între medulla oblongata și părțile superioare ale encefalului, între emisferele cerebelare și între cerebel și emisferele cerebrale
Mezencefalul	Are funcție de releu pentru semnalele senzoriale între măduva spinării și talamus, și pentru semnalele motorii între cortexul cerebral, punte și măduva spinării; Controlează mișcările reflexe ale capului și ale globilor oculari ca răspuns la stimuli vizuali; Controlează mișcările reflexe ale capului și trunchiului ca răspuns la stimuli auditivi
Talamusul	Direcționează majoritatea semnalele senzoriale (cu excepția mirosului, văzului, auzului) spre cortexul cerebral; Direcționează către cortexul cerebral semnale care mențin starea de veghe; Procesează senzații brute
Hipotalamusul	Primește semnale senzoriale de la organele interne prin intermediul talamusului și utilizează aceste semnale pentru a controla acțiunile sistemului nervos vegetativ, și glanda hipofiză (pituitară), menținând astfel homeostazia organismului; Furnizează o corelare structurală și funcțională între sistemul nervos și cel endocrin prin relația cu glanda hipofiză; Împreună cu sistemul limbic, participă la reacția fiziologică față de experiențele emoționale
Cerebelul	Primește semnale senzoriale de la ochi; Coordonează echilibrul și receptorii din mușchi, tendoane și articulații, relaționați cu activitatea motorie
Emisferele cerebrale	Conține arii care recepționează și integrează semnale senzoriale (aria senzorială somatică, aria vizuală, aria auditivă) și care inițiază semnale motorii pentru mișcări voluntare (aria somatică motorie, aria vorbirii); Conține arii de asociație în care sunt interpretate semnalele senzoriale, sunt stocate amintirile și au loc procese complexe de procesare; Conține tracturi de fibre de asociație care au rol de releu între cortexul cerebral și alte zone ale sistemului nervos
Nucleii bazali	Ajută la controlarea tonusului muscular și la coordonarea mișcărilor voluntare
Sistemul limbic	Conține centrii plăcerii și pedepsei; Are rol în generarea sentimentelor și emoțiilor; Hipocampul stabilește care amintiri sunt stocate
Formațiunea reticulară	Conține nuclei implicați în starea de veghe și somn

O altă parte componentă a diencefalului este **hipotalamusul**. Acesta transmite şi primeşte semnale spre şi dinspre emisferele cerebrale şi talamus. Neuronii hipotalamusului produc hormoni, printre care şi pe cei ce controlează glanda hipofiză (pituitară). Unii din aceşti hormoni sunt stocaţi în glanda hipofiză, care îi şi eliberează. Aceşti hormoni reglează activitatea mai multor viscere. Senzaţia de foame, reglarea greutăţii, temperaturii corporale şi echilibrului hidric sunt, de asemenea, asociate cu hipotalamusul.

Sistemul limbic cuprinde o serie de structuri situate în jurul corpului calos. El este implicat în emoţiile legate de supravieţuire, fiind astfel asociat cu sentimente precum teama, furia, plăcerea şi supărarea. Prin urmare, poate avea o influenţă substanţială asupra comportamentului unei persoane.

TRUNCHIUL CEREBRAL

Ţesutul nervos care conectează emisferele cerebrale cu măduva spinării conţine un număr de structuri cunoscute sub numele colectiv de **trunchi cerebral**. Acestea sunt mezencefalul, puntea şi bulbul rahidian (medulla oblongata).

Mezencefalul este situat între punte şi diencefal (Figura 11.7). Fibrele nervoase ale mezencefalului se unesc cu celelalte segmente ale trunchiului cerebral şi ale măduvei spinării în traseul lor spre encefal, iar neuronii localizaţi aici au funcţia de centri reflecşi. Pe partea inferioară a mezencefalului se găsesc tracturi corticospinale care unesc encefalul cu măduva spinării.

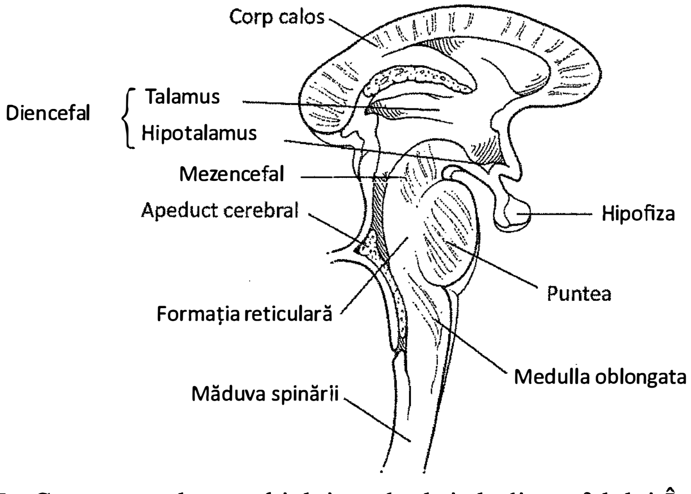


FIGURA 11.7 Componentele trunchiului cerebral şi ale diencefalului. În sens descendent, principalele structuri sunt diencefalul, mezencefalul, puntea şi bulbul rahidian (medulla oblongata).

Trunchiul cerebral prezintă o proeminenţă denumită **punte**, care separă mezencefalul de bulbul rahidian (medulla oblongata). Puntea conţine în principal fibre nervoase care transmit mesaje dinspre medulla oblongata înspre emisferele cerebrale şi înapoi.

Bulbul rahidian (medulla oblongata) este partea superioară, dilatată, a măduvei spinării, care o conectează cu restul structurilor aflate în cutia craniană. Acesta reprezintă un pasaj pentru fibrele nervoase care vin de la emisferele cerebrale şi trec prin bulb spre măduva spinării. Toate fibrele nervoase descendente trec prin medulla oblongata; unele

dintre aceste fibre se intersectează formând **decusația piramidală**. Datorită acestei decusații, impulsurile nervoase provenite de la o emisferă cerebrală ajung pe partea opusă a corpului.

În interiorul bulbului rahidian (medulla oblongata) se găsesc nuclei ce servesc drept centri de control ai unor activități precum frecvența cardiacă, vasoconstricția, reglarea respirației, strănutul, tusea, voma și deglutiția.

Medulla oblongata conține grupuri de nuclei numite **formațiunea reticulară**, care se extind în punte și mezencefal. Aceste structuri sunt răspunzătoare pentru activarea cortexului cerebral la primirea impulsurilor senzoriale. Prin urmare, ele pregătesc cortexul pentru interpretarea acestor impulsuri și stimulează procesele cognitive.

SISTEMUL NERVOS PERIFERIC

Encefalul și măduva spinării sunt conectate cu celelalte părți ale corpului și cu mediul înconjurător prin intermediul unui complex de nervi și celule nervoase numit **sistem nervos periferic**. Acesta conține totalitatea țesutului nervos aflat în afara encefalului și a măduvei spinării, fiind compus în principal din nervi periferici, ganglionii asociați cu aceștia și receptorii senzoriali. Fibrele nervoase pot fi aferente sau eferente. **Fibrele nervoase aferente** conduc impulsurile nervoase înspre sistemul nervos central, iar **fibrele nervoase eferente** le conduc în sens invers. Aproape toți nervii periferici sunt nervi micști, conținând ambele tipuri de fibre. Fibrele aferente (senzoriale) iau naștere în structurile senzoriale. Fibrele eferente (motorii) iau naștere din sistemul nervos central și cuprind fibre somatice și fibre autonome (vegetative). **Fibrele nervoase somatice** inervează mușchii scheletici, pe când **fibrele nervoase autonome (vegetative)** inervează mușchii netezi, mușchiul cardiac și glandele.

NERVII CRANIENI ȘI SPINALI

Sistemul nervos periferic transmite impulsuri nervoase senzoriale către sistemul nervos central, unde acestea sunt interpretate. Acest sistem transmite și impulsuri provenite de la sistemul nervos central către efectori (mușchi și glande), în cazul în care este necesară o reacție. Prin intermediul acestui sistem, suntem în permanență relaționați cu mediul înconjurător și putem reacționa la modificările acestuia.

Sistemul nervos periferic este alcătuit din 12 perechi de nervi cranieni și 31 de perechi de nervi spinali. Cele 12 perechi de **nervi cranieni** aparțin diferitelor zone ale encefalului și trec pe dedesubtul emisferelor cerebrale (Figura 11.8).

Unii nervi cranieni conțin atât axoni motori, cât și axoni senzoriali, alții conțin doar axoni senzoriali, ca de exemplu nervii olfactivi și optici. Alți nervi cranieni, ce controlează în principal efectorii, conțin axoni motori.

Nervii cranieni sunt denumiți utilizând numere și nume separate pentru fiecare (Tabelul 11.3 indică numele, numerele și funcțiile nervilor cranieni). Corpii neuronilor senzoriali se află grupați sub forma unor mase nervoase localizate în afara encefalului, numite **ganglioni**. Corpii neuronilor motori sunt situați de obicei în substanța cenușie. Nervul optic este, de fapt, o extensie a encefalului, învelit de meninge și mielinizat de către oligodendrocite, astfel încât lui nu i se aplică această descriere.

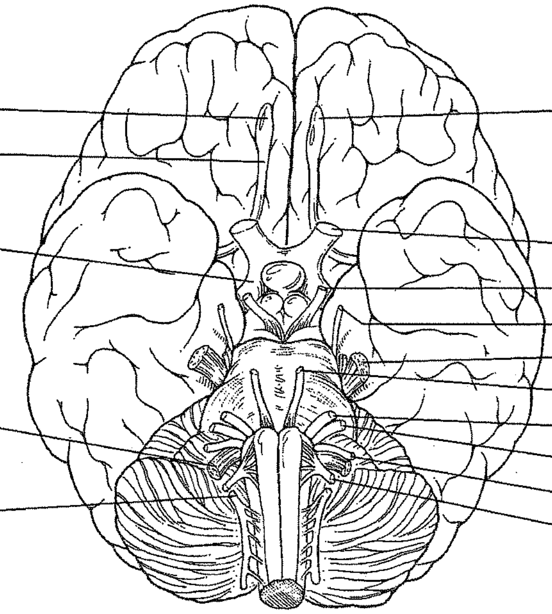


FIGURA 11.8 Descrierea celor 12 perechi de nervi cranieni şi originea aparentă a acestora.

TABELUL 11.3 NERVII CRANIENI

Număr	Nume	Funcție (s=senzorial, m=motor)	Origine aparentă (locul unde nervul devine vizibil)
I	Olfactiv	(s) Miros	Emisfere cerebrale
II	Optic	(s) Văz	Diencefal
III	Oculomotor	(m) Mișcări oculare	Mezencefal
IV	Trohlear	(m) Mișcări oculare	Mezencefal
V	Trigemen	(m) Masticație (s) Sensibilitatea feței, a dinților și a limbii	Punte
VI	Abducens	(m) Mișcări oculare	Între bulb rahidian și punte
VII	Facial	(m) Mimica, (s) gust, salivație	Între bulb rahidian și punte
VIII	Vestibulo-cohlear	(s) Auz (s) Echilibru	Între bulb rahidian și punte
IX	Glosofaringian	(s, m) Limbă, faringe, glande salivare	Bulb rahidian
X	Vag	(s, m) Inimă, vase de sânge, viscere	Bulb rahidian
XI	Accesor	(m) Mușchii gâtului	Bulb rahidian
XII	Hipoglos	(m) Mușchii limbii	Bulb rahidian

Sistemul nervos periferic include și 31 de perechi de **nervi spinali** care asigură comunicarea dintre măduva spinării și diverse părți ale corpului. Nervii spinali sunt grupați în nervi cervicali (8 perechi), nervi toracici (12 perechi), nervi lombari (5 perechi), nervi sacrali (5 perechi) și nervi coccigieni (1 pereche) (Figura 11.9).

Emergența nervilor spinali din măduva spinării are loc prin intermediul **rădăcinilor dorsale** și **ventrale**, provenite din **coarnele posterioare** și **anterioare**. Rădăcina dorsală conține un ganglion în care se află corpii celulari ai neuronilor senzoriali. Rădăcina ventrală nu prezintă ganglioni, deoarece corpii neuronali se află în substanța cenușie a măduvei spinării (Tabelul 11.4 prezintă o comparație între nervii cranieni și cei spinali).

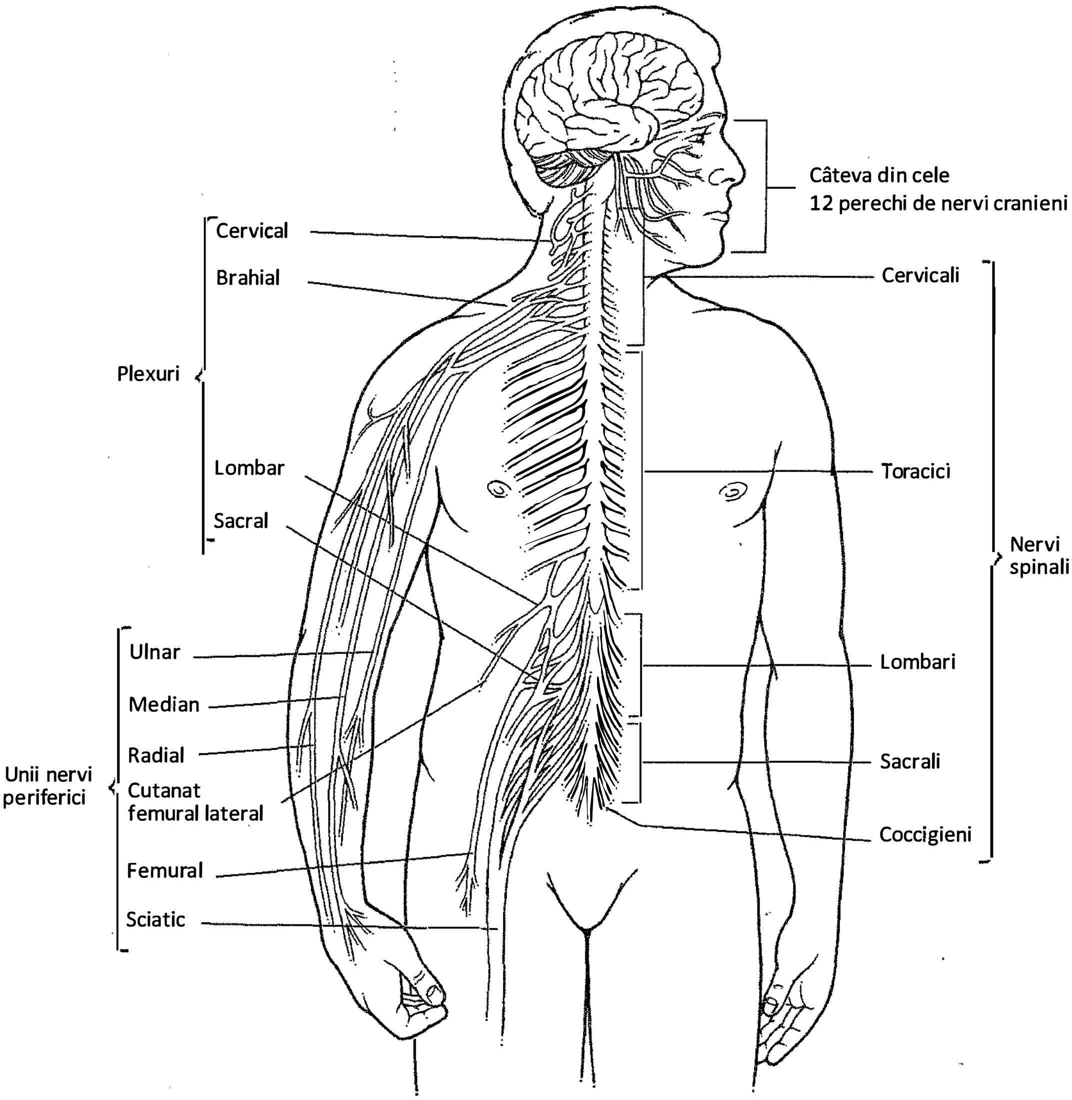


FIGURA 11.9 Sistemul nervos periferic, compus din 12 perechi de nervi cranieni și 31 de perechi de nervi spinali. Observați plexul cervical și cel brahial.

TABELUL 11.4 COMPARAȚIE ÎNTRE NERVII CRANIENI ȘI CEI SPINALI

Caracteristică	Nerv cranian	Nerv spinal
Origine aparentă	Baza encefalului	Măduva spinării
Distribuție	Predominant cap și gât	Pielea, mușchii scheletici, articulații, vase sanguine, glande sudoripare, mucoase (cu excepția capului și gâtului)
Structură	Nervii senzoriali au doar fibre senzoriale, cei motori doar fibre motorii, iar cei micști conțin fibre senzoriale și motorii; o parte dintre aceștia conțin fibre aparținând sistemului nervos vegetativ	Nervii spinali sunt micști, conținând atât fibre senzoriale, cât și motorii; aceștia pot fi somatici sau vegetativi
Funcție	Văz, auz, miros, gust, mișcări oculare	Simț, mișcări, transpirație

Nervii spinali se combină temporar înainte de a ajunge la destinație, formând rețele complexe numite **plexuri**. În interiorul acestora, fibre provenite de la mai mulți nervi sunt interconectate. Cele patru plexuri majore sunt: plexul cervical, plexul brahial, plexul lombar și plexul sacral (Figura 11.9).

SISTEMUL NERVOS AUTONOM (VEGETATIV)

Sistemul nervos autonom operează **involuntar**, fără control conștient. Această componentă a sistemului nervos coordonează funcțiile homeostatice ale unor viscere precum inima, mușchiul neted și glandele viscerale.

Sistemul nervos vegetativ cuprinde două tipuri de neuroni motori și ganglionii corespunzători. Primul tip de neuroni motori se găsește în sistemul nervos central și axonii lor se întind până în ganglion. Aceștia se numesc **neuroni preganglionari**, iar axonii lor fibre preganglionare. Cel de-al doilea tip se află în ganglion, axonii lor se extind până la organe și sunt numiți **neuroni postganglionari**, iar axonii lor fibre postganglionare.

Sistemul nervos vegetativ are o componentă simpatică și una parasimpatică (Figura 11.10). Nervii componentei **simpatice** au efecte identice cu ale adrenalinei (Capitolul 13), pregătind organismul pentru situații de urgență. Impulsurile simpatice trimise mușchilor cresc ritmul cardiac, provoacă vasoconstricție și dilatarea pupilelor și au și alte efecte adecvate situațiilor de criză. Impulsurile componentei **parasimpatice** determină revenirea organismului la normal. Aceste impulsuri încetinesc ritmul cardiac, dilată arterele, provoacă constricția pupilelor, stimulează digestia și ajustează funcțiile altor organe. În acest sens, ele restabilesc homeostazia organismului (Tabelul 11.5 compară cele două componente).

DE REȚINUT
Componenta simpatică își exercită efectele prin intermediul adrenalinei/noradrenalinei. Componenta parasimpatică utilizează acetilcolina.

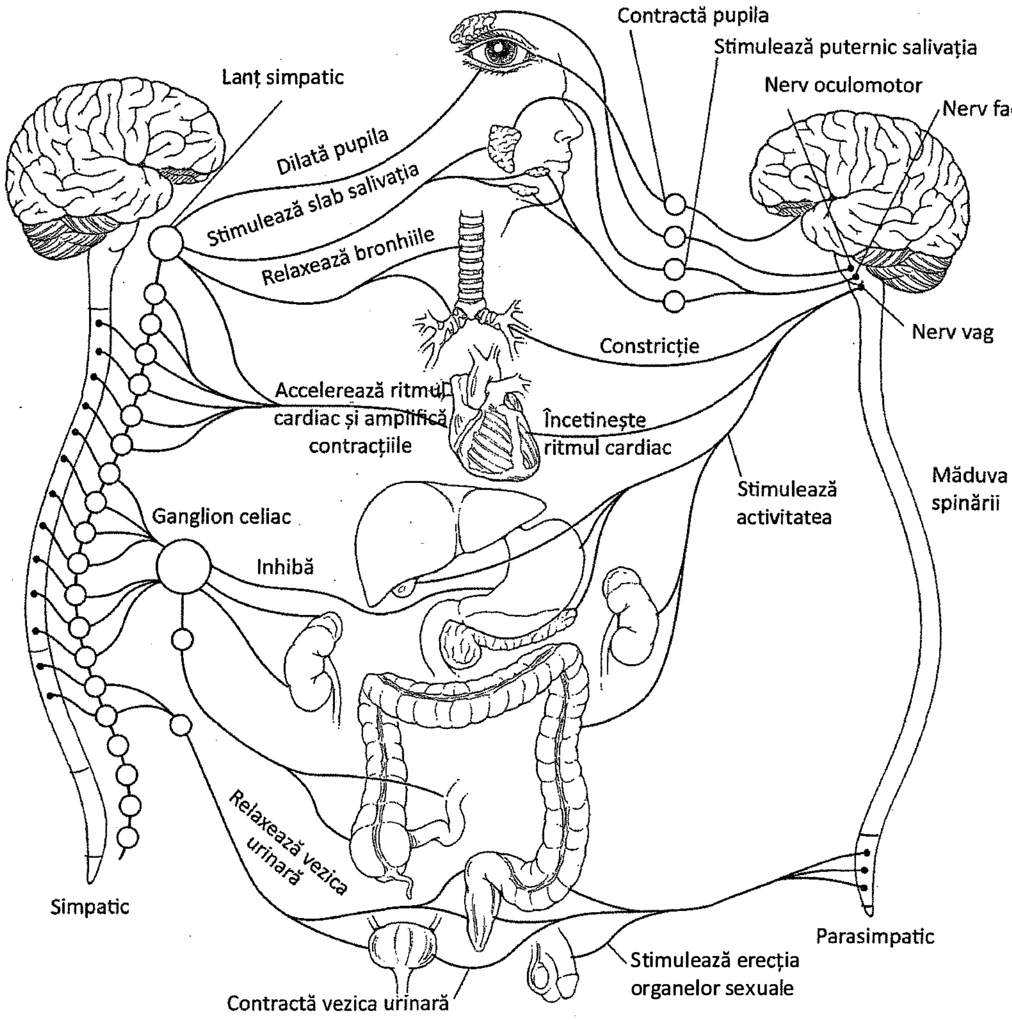


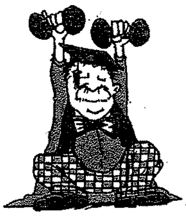
FIGURA 11.10 Cele două componente ale sistemului nervos vegetativ. Nervii sistemului simpatic (stânga) pregătesc organismul pentru situații de urgență. Observați că acest sistem constă din nervi pre- și postganglionari. Nervii componentei parasimpatice (dreapta) determină revenirea organismului la normal.

Efectele diferite ale componentelor simpatice și parasimpatice se datorează parțial **neurotransmițătorilor** secretați. Fibrele preganglionare ale ambelor componente și fibrele postganglionare parasimpatice secretă **acetilcolină**, iar fibrele postganglionare simpatice secretă noradrenalină. De aceea, fibrele postganglionare simpatice sunt denumite fibre **adrenergice**, iar fibrele postganglionare parasimpatice se numesc și fibre **colinergice**.

Cele două componente ale sistemului nervos autonom sunt antagoniste, dar nu în totalitate, pentru că fiecare componentă poate activa anumiți efectori în timp ce îi inhibă pe alții. Majoritatea activității sistemului nervos autonom este involuntară, dar encefalul păstrează un oarecare control asupra acestuia.

TABELUL 11.5 COMPARAȚIE ÎNTRE COMPONENTA SIMPATICĂ ȘI CEA PARASIMPATICĂ

Caracteristică	Sistemul simpatic	Sistemul parasimpatic
Efectul general	Pregătește organismul pentru situații stresante; Mediază aspectul anormal al funcțiilor organismului	Determină revenirea organismului la normal după încetarea situației stresante; Menține în mod activ aspectul normal al funcțiilor organismului
Extinderea efectului	În tot organismul	Localizat în țesuturi
Neurotransmițător	Noradrenalină (de obicei)	Acetilcolină
Originea în SNC	Nivelul cervico-toraco-lombar al măduvei spinării	Nivelul cranio-sacral (din trunchiul cerebral și măduva spinării)
Localizarea ganglionilor	Lanțuri ganglionare și ganglioni colaterali	Traseul nervilor cranieni III, VII, IX, X; Ganglioni terminali
Numărul fibrelor postganglionare	Multe	Puține



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

***SECŢIUNEA A** – Identificaţi corect literele corespunzătoare părţilor componente ale encefalului.*

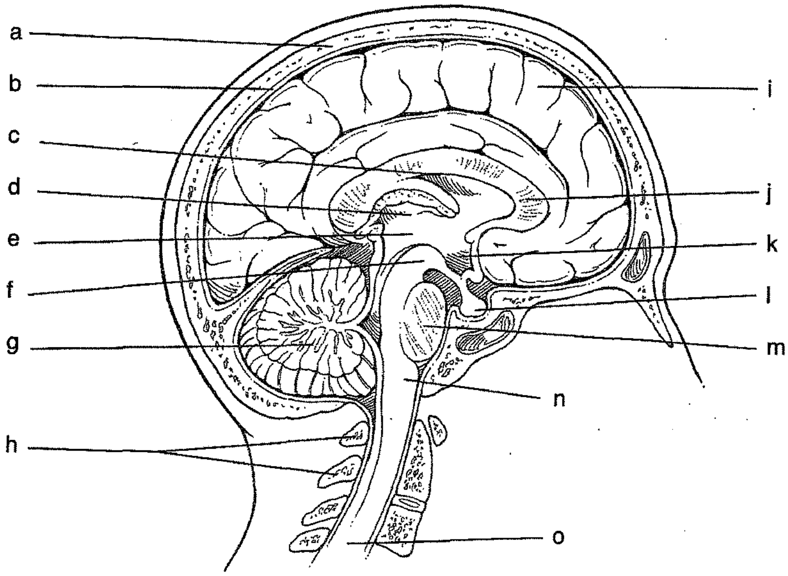


FIGURA 11.11

__ 1. cerebel
__ 2. emisfere cerebrale
__ 3. corp calos
__ 4. hipotalamus
__ 5. ventriculi laterali
__ 6. medulla oblongata
__ 7. meninge
__ 8. mezencefal
__ 9. glandă hipofiză
__10. punte
__11. cutie craniană
__12. măduva spinării
__13. talamus
__14. ventricul III
__15. vertebră

Identificați corect literele corespunzătoare nervilor cranieni și originii lor aparente.

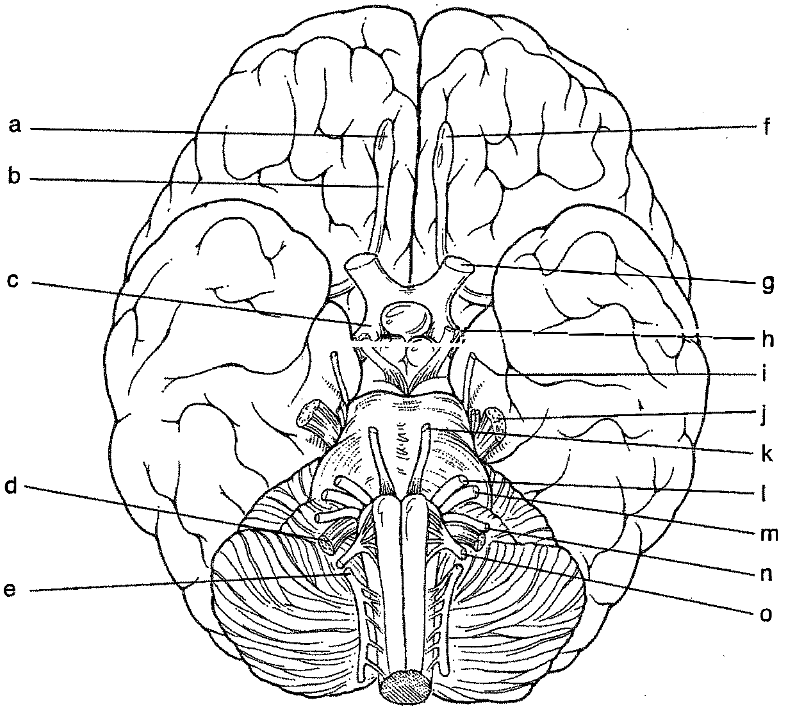


FIGURA 11.12

__ 1. nervul abducens (VI)
__ 2. nervul accesor (XI)
__ 3. nervul facial (VII)
__ 4. nervul glosofaringian (IX)
__ 5. nervul hipoglos (XII)
__ 6. nervul oculomotor (III)
__ 7. bulbul olfactiv
__ 8. nervul olfactiv (I)
__ 9. tractul olfactiv
__10. nervul optic (II)
__11. tractul optic
__12. nervul trigemen (V)
__13. nervul trohlear (IV)
__14. nervul vag (X)
__15. nervul vestibulo-cohlear (VIII)

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Encefalul și măduva spinării sunt componente ale ______________________.
2. Substanța cenușie a encefalului și a măduvei spinării este alcătuită din ______________________.
3. Sistemul nervos periferic este alcătuit în principal din dendrite ale neuronilor senzoriali și axoni ai ______________________.

4. Axonii și dendritele se extind dinspre măduva spinării înspre efectori (mușchi și glande), formând ____________________.

5. Măduva spinării este situată într-un canal osos format de ____________________.

6. Măduva spinării se continuă în sus cu ____________________.

7. Partea internă a măduvei spinării este alcătuită din substanță cenușie, iar cea superficială (externă) din ____________________.

8. Cele trei membrane care învelesc și protejează măduva spinării poartă împreună numele de ____________________.

9. Cea mai superficială membrană ce învelește măduva spinării este ____________________.

10. Membrana internă ce învelește măduva spinării și este bogat vascularizatăse numește ____________________.

11. Lichidul clar, apos aflat în canalul central al măduvei spinării se numește ____________________.

12. Rădăcinile nervoase ventrale ale măduvei spinării conțin axonii ____________________.

13. Lezarea rădăcinilor nervoase ventrale ale măduvei spinării provoacă ____________________.

14. Tracturile nervoase ce transportă informații dinspre encefal prin măduva spinării se numesc ____________________.

15. Măduva spinării este centrul de coordonare al ____________________.

16. Encefalul primește impulsuri de la măduva spinării și de la 12 perechi de ____________________.

17. Emisferele cerebrale sunt unite printr-o punte, numită ____________________.

18. La nivelul encefalului lichidul cefalorahidian circulă prin cavități și prin ____________________.

19. Encefalul consumă aproximativ un sfert din cantitatea totală de ____________________ utilizată în organism.

20. Partea superficială (externă) a encefalului este alcătuită în principal din ____________________.

21. Circumvoluțiunile cerebrale se mai numesc și ____________________.

22. Porțiunea anterioară a fiecărei emisfere cerebrale este ocupată de lobul ____________________.

23. În partea posterioară a emisferelor cerebrale se află lobul ____________________.

24. Regiunea lobului frontal implicată în activitățile motorii ale vorbirii este _______________________.

25. Simțul mirosului este localizat într-o porțiune situată profund, în interiorul _______________________.

26. Interpretarea informațiilor vizuale are loc în lobul _______________________.

27. Cavitățile localizate în encefal sunt denumite _______________________.

28. Organul situat în spatele trunchiului cerebral, ce coordonează activitatea motorie, este _______________________.

29. Cerebelul este alcătuit din două _______________________ laterale.

30. Fiind un centru reflex pentru coordonarea activității musculare, cerebelul ajută la menținerea _______________________.

31. Diencefalul este alcătuit din mase de substanță cenușie numite _______________________.

32. Structura diencefalică ce trimite impulsurile senzoriale mai departe în encefal se numește _______________________.

33. Structura diencefalică ce sintetizează hormoni care vor fi depozitați și eliberați de către glanda hipofiză este _______________________.

34. Experiențele emoționale precum teama, furia, plăcerea și supărarea sunt controlate de către un inel de țesut nervos denumit _______________________.

35. Protuberanța rotunjită ce separă mezencefalul de bulbul rahidian este _______________________.

36. Porțiunea dilatată ce leagă encefalul de măduva spinării este _______________________.

37. În encefal, impulsurile nervoase se încrucișează la nivelul _______________________.

38. Rețeaua de fibre nervoase din bulbul rahidian ce activează cortexul cerebral se numește _______________________.

39. Sistemul nervos periferic este alcătuit din nervi spinali și _______________________.

40. Corpul uman are _______________________ nervi spinali.

41. Nervul cranian asociat cu mirosul este _______________________.

42. Nervul cranian ce controlează masticația, senzațiile și mișcările feței, ale dinților și ale limbii este _______________________.

43. Nervul cranian mixt ce controlează inima, vasele sanguine și viscerele este _______________________.

44. Corpii celulari ai neuronilor din afara encefalului și măduvei spinării se grupează în ____________________.

45. Nervii spinali comunică impulsuri nervoase între diverse părți ale corpului și ____________________.

46. Locul în care nervii spinali se combină între ei se numește ____________________.

47. Sistemul nervos autonom acționează ____________________.

48. Fibrele nervoase autonome dintre ganglioni și organe se numesc fibre ____________________.

49. Nervii simpatici au aceleași efecte ca ____________________.

50. După încetarea unei situații stresante, organismul este readus la starea inițială de către ____________________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Interneuronii alcătuiesc cea mai mare parte din
   A. sistemul nervos periferic
   B. sistemul nervos senzorial
   C. sistemul nervos central
   D. sistemul nervos autonom (vegetativ)

2. Majoritatea corpilor neuronali din sistemul nervos periferic sunt localizați
   A. în organele corpului
   B. la suprafața corpului
   C. în vertebrele sacrale
   D. în interiorul sau în apropierea sistemului nervos central

3. Majoritatea nervilor conțin
   A. numai corpi celulari
   B. numai dendrite
   C. axoni motori și dendrite senzoriale
   D. numai neuroni de asociație

4. Următoarele sunt funcții ale sistemului nervos periferic, *cu excepția*
   A. interpretarea senzațiilor și a stimulilor
   B. conectarea organismului la mediul înconjurător
   C. transmiterea răspunsurilor către mușchi și glande
   D. transmiterea stimulilor către sistemul nervos central

5. Următoarele afirmații despre măduva spinării sunt adevărate, *cu excepția*
   A. se continuă în sus cu encefalul
   B. se termină în apropierea discului intervertebral dintre prima și a doua vertebră lombară
   C. porțiunea externă este cenușie
   D. este înconjurată de meninge

6. Următoarele componente aparţin meningelui, *cu excepţia*
   A. pia mater
   B. corpus mater
   C. arahnoida
   D. dura mater

7. Substanţa albă a sistemului nervos are această culoare datorită
   A. citoplasmei albe
   B. dendritelor albe
   C. conţinutului de pigment alb din pia mater
   D. culorii albe a tecii de mielină

8. Lichidul cefalorahidian poate fi întâlnit
   A. în interiorul durei mater
   B. numai în teaca de mielină
   C. în canalul central al măduvei spinării
   D. în citoplasma celulelor din encefal

9. Rădăcinile nervoase dorsale adăpostesc
   A. substanţa cenuşie cerebrală
   B. corpi celulari şi axoni ai nervilor senzoriali
   C. oligodendrocite
   D. locuri de ataşare a meningelor

10. Distrugerea rădăcinilor nervoase ventrale duce la
   A. incapacitatea de a efectua mişcări
   B. incapacitatea de a forma lichid cefalorahidian
   C. capacitatea de a vorbi mai tare decât în mod normal
   D. capacitatea de a conduce impulsuri nervoase mai eficient

11. Tracturile descendente din măduva spinării
   A. sunt compuse numai din dendrite
   B. conţin corpi celulari
   C. transmit impulsuri către muşchi şi glande
   D. sunt extensii ale organelor senzoriale de la suprafaţa corpului

12. Partea superficială a emisferelor cerebrale
   A. este acoperită cu corpi celulari
   B. nu prezintă meninge
   C. se situează într-un mediu lipsit de oxigen
   D. este alcătuită din substanţă cenuşie

13. Următoarele afirmaţii despre emisferele cerebrale sunt adevărate, *cu excepţia*
   A. au pe suprafaţă circumvoluţiuni
   B. conţin peste 10 miliarde de corpi celulari
   C. au numeroase circumvoluţiuni
   D. sunt o parte mică a cerebelului

14. Următorii lobi apar în emisferele cerebrale, *cu excepția*
    A. lobului parietal
    B. lobului occipital
    C. lobului toracic
    D. lobului temporal

15. Aria auditivă este localizată în
    A. lobul occipital
    B. lobul lombar
    C. lobul cervical
    D. lobul temporal

16. Ventriculii emisferelor cerebrale conțin
    A. axoni ai neuronilor motori
    B. dendritele și corpii celulari ai interneuronilor
    C. tecile de mielină ale tuturor neuronilor
    D. lichid cefalorahidian

17. Următoarele afirmații despre cerebel sunt adevărate, *cu excepția*
    A. ajută la menținerea posturii
    B. coordonează activitatea senzorială
    C. are două emisfere laterale
    D. este adiacent trunchiului cerebral

18. Una din funcțiile cerebelului este
    A. coordonarea activității mușchilor scheletici
    B. producerea hormonilor hipofizari
    C. de centru auditiv
    D. de centru de vorbire

19. Talamusul și hipotalamusul sunt localizate
    A. în emisferele cerebrale
    B. în diencefal
    C. lângă bulbul rahidian
    D. în exteriorul encefalului

20. Următoarele sunt funcții ale hipotalamusului, *cu excepția*
    A. echilibrului hidric
    B. reglării temperaturii corporale
    C. calculelor matematice
    D. reglării greutății corporale

21. Neuronii aflați în mezencefal au funcția de
    A. centri reflecși
    B. producere de hormoni
    C. centri gustativi
    D. senzori pentru durere și căldură

22. Nervul glosofaringian are funcții senzoriale și motorii legate de
    A. ochi și urechi
    B. muguri gustativi și ochi
    C. limbă și faringe
    D. inimă și vase sanguine

23. Următoarele activități sunt coordonate de nervul vag, *cu excepția*
    A. activarea cortexului cerebral
    B. reglarea respirației
    C. controlul ritmului cardiac
    D. contracția mușchilor netezi din anumite vase

24. Cele 12 perechi de nervi cranieni și cele 31 de perechi de nervi spinali alcătuiesc
    A. sistemul nervos central
    B. măduva spinării
    C. sistemul nervos periferic
    D. sistemul nervos autonom

25. Următoarele afirmații despre sistemul nervos autonom sunt adevărate, *cu excepția*
    A. acționează involuntar
    B. are o componentă simpatică și una parasimpatică
    C. include toți nervii cranieni
    D. este compus din neuroni pre- și postganglionari

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul <u>subliniat</u> pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Sistemul nervos periferic este alcătuit din <u>axonii</u> neuronilor motori și dendritele neuronilor senzoriali.
2. La adultul normal, măduva spinării apare ca o formațiune <u>sferică</u> de 45 cm.
3. Anatomic, măduva spinării începe de la <u>gaura obturată</u> a osului occipital.
4. Măduva spinării este învelită și protejată de trei membrane numite <u>sarcoleme.</u>
5. Membrana din mijloc, subțire, cu aspect de rețea, este <u>dura mater.</u>
6. Fluidul apos ce se află în măduva spinării și cavitățile encefalului este numit <u>plasmă.</u>
7. Prelungirile aflate de o parte și de alta a măduvei spinării se numesc <u>rădăcini nervoase.</u>
8. Distrugerea <u>rădăcinii ventrale</u> a măduvei spinării provoacă o tulburare numită anestezie.
9. Tracturile descendente oferă un sistem de comunicare între mușchi, glande și <u>măduva spinării.</u>

10. Memoria este asociată cu măduva spinării.

11. Cele trei componente majore ale encefalului sunt trunchiul cerebral, cerebelul și puntea.

12. O adâncitură superficială aflată în țesutul cerebral se numește girus.

13. Lobul parietal este separat de cel frontal prin șanțul lateral.

14. Inteligența, personalitatea și abilitatea unei persoane de a iniția reacții voluntare la stimuli sunt localizate în emisferele cerebrale.

15. Centrii vederii se află în lobii temporali.

16. Al patrulea nerv cranian, nervul abducens, este parțial responsabil pentru mișcările oculare.

17. Există cinci cavități pline cu lichid în interiorul encefalului.

18. Cerebelul comunică cu celelalte componente ale sistemului nervos prin trei perechi de tracturi nervoase numite pedunculi cerebelari.

19. Talamusul și hipotalamusul sunt localizate în trunchiul cerebral.

20. Senzația de foame, reglarea temperaturii și a greutății corporale și a echilibrului hidric sunt asociate cu hipotalamusul.

21. Fibrele nervoase ce urcă de la bulbul rahidian înspre encefal trec printr-o formațiune dilatată numită corpus corpora.

22. Ritmul cardiac și vasoconstricția sunt reglate de către bulbul rahidian.

23. Neuronii senzoriali și cei motori sunt principalele componente ale sistemului nervos periferic.

24. Nervii cranieni sunt împărțiți în nervi cervicali, toracici, lombari, sacrali și sacrococcigieni.

25. Sistemul nervos autonom acționează voluntar.

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Juan este un băiat în vârstă de 5 ani care se prezintă la serviciul de urgență cu febră, dureri de cap, dureri musculare, stare de slăbiciune și pierderea reflexelor somatice. Este diagnosticat cu poliomielită, provocată de un virus care atacă neuronii din coarnele anterioare. Care va fi rezultatul acestei infecții, chiar dacă evoluția bolii va fi stopată prin tratament? Explicați.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 11.11

1. g
2. i
3. j
4. k
5. c
6. n
7. b
8. f
9. l
10. m
11. a
12. o
13. e
14. d
15. h

Figura 11.12

1. k
2. e
3. l
4. n
5. o
6. h
7. a
8. f
9. b
10. g
11. c
12. j
13. i
14. d
15. m

SECȚIUNEA B - Completare

1. sistemului nervos central
2. corpii neuronilor
3. neuronilor motori
4. nervi
5. vertebre
6. bulbul rahidian
7. substanță albă
8. meninge
9. dura mater
10. pia mater
11. lichid cefalorahidian
12. neuronilor motori
13. paralizie
14. tracturi descendente
15. arcului reflex
16. nervi cranieni
17. emisfere
18. spațiul subarahnoidian
19. oxigen
20. substanță cenușie
21. girusuri
22. frontal
23. occipital
24. aria lui Broca
25. emisferelor cerebrale
26. occipital
27. ventriculi
28. cerebelul
29. emisfere
30. posturii
31. nuclei
32. talamus
33. hipotalamusul
34. sistemul limbic
35. puntea
36. bulbul rahidian
37. decusației piramidale
38. formațiune reticulară

39. nervi cranieni
40. 31 de perechi de
41. nervul olfactiv (I)
42. nervul trigemen (V)
43. nervul vag (X)
44. ganglioni
45. măduva spinării
46. plex
47. involuntar
48. postganglionare
49. adrenalina / epinefrina
50. componenta parasimpatică

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

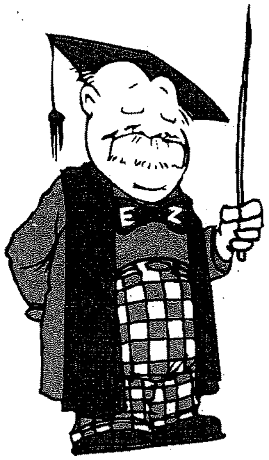
1. C	6. B	11. C	16. D	21. A
2. D	7. D	12. D	17. B	22. C
3. C	8. C	13. D	18. A	23. A
4. A	9. B	14. C	19. B	24. C
5. C	10. A	15. D	20. C	25. C

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. A
2. alungită
3. foramen magnum (gaura mare)
4. meninge
5. arahnoida
6. lichid cefalorahidian
7. A
8. rădăcinii dorsale
9. encefal
10. encefalul
11. emisferele cerebrale
12. șanț
13. șanțul central
14. A
15. occipitali
16. trohlear
17. patru
18. A
19. diencefal
20. A
21. punte
22. A
23. A
24. spinali
25. involuntar

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Juan își va pierde abilitatea de a stimula anumiți mușchi scheletici, deoarece aceștia sunt stimulați de către neuronii din coarnele anterioare. Ca urmare, mușchii inervați de neuronii afectați se vor atrofia în urma inactivității cauzate de boală.



12

Organele de simț

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie organele de simț. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- identificați structurile anexe ale ochiului și funcțiile lor;
- asociați structurile globului ocular și funcțiile lor;
- deosebiți celulele din retină după funcție;
- caracterizați fotorecepția;
- caracterizați cristalinul și modul de focalizare al imaginilor;
- deosebiți diversele afecțiuni vizuale;
- identificați structurile urechii și rolurile ei în menținerea echilibrului;
- enumerați pe scurt proprietățile sunetului, cunoscând modul în care sunt transmise și detectate de către urechea internă;
- prezentați pe scurt căile de transmitere a sunetelor către emisferele cerebrale, precum și procesarea sunetelor;
- deosebiți diverșii receptori pentru gust, miros și pipăit;
- rezumați mecanismul menținerii echilibrului și mecanismul orientării;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Ochii și vederea
- Urechile și auzul
- Alte simțuri: gustul, mirosul, simțul tactil și echilibrul
- Întrebări recapitulative

Simțurile organismului uman includ văzul, auzul, gustul, precum și alte simțuri, cum ar fi simțul tactil și echilibrul. Toate simțurile dispun de receptori foarte specializați care fac posibil răspunsul organelor de simț la diferiți stimuli. Receptorii care detectează stimulii chimici se numesc **chemoreceptori**, cei care detectează stimulii luminoși se numesc **fotoreceptori**, iar cei care detectează stimuli mecanici sunt denumiți **mecanoreceptori**. Dacă receptorii se află pe suprafața corpului, ei sunt denumiți **exteroceptori**, iar dacă se localizează în interiorul mușchilor scheletici, articulațiilor sau oaselor și detectează poziția corpului se numesc **proprioceptori** (Tabelul 12.1). Simțurile sunt strâns asociate atât funcțional, cât și structural cu sistemul nervos, și depind de acesta pentru interpretarea conștientă a modificărilor de mediu pe care le percep.

TABELUL 12.1 O PREZENTARE CONCISĂ A ORGANELOR DE SIMȚ

Organ de simț	Receptori specifici	Localizare	Natura stimulului	Stimulul	Localizare anatomică
Mucoasa olfactivă	Celula olfactivă	Exteroceptor	Chemoreceptor	Soluții chimice	În cavitatea nazală, superior
Mugurele gustativ	Celula gustativă	Exteroceptor	Chemoreceptor	Soluții chimice	Partea dorsală a limbii
Ochiul	Celule cu conuri și cu bastonașe	Exteroceptor	Fotoreceptor	Lumina	Ochiul
Urechea					
Cohleea	Organul lui Corti (celule ciliate)	Exteroceptor	Mecanoreceptor	Vibrațiile	Urechea internă
Aparatul vestibular	Macula și ampula (celule ciliate)	Proprioceptor	Mecanoreceptor	Deflexiunea	Urechea internă

OCHIUL

Ochiul este organul vederii. El primește lumină din mediul înconjurător și formează o imagine la nivelul receptorilor celulelor nervoase ale retinei. Imaginea este apoi transformată în impulsuri nervoase, care sunt interpretate în encefal, în principal la nivelul lobilor occipitali ai emisferelor cerebrale.

ANATOMIE

Ochiul este o structură sferică, parțial mobilă, plină cu lichid, inervată de **nervul optic** (capătul anterior), un nerv cranian ce se îndreaptă spre emisferele cerebrale. Imaginile inițiate de către receptorii din retină sunt transmise mai departe de-a lungul nervului optic, ale cărui fibre mediale se încrucișează la nivelul chiasmei optice. Apoi, aceste fibre trec prin tractul optic, ajungând în final la cortexul vizual din lobii occipitali ai emisfere-

lor cerebrale, unde imaginile sunt interpretate. Fiecare lob occipital primește imagini de la ambii ochi, ceea ce asigură vederea în spațiu.

Din punct de vedere anatomic, termenul „ochi” este sinonim cu **globul ocular**. Lungimea globului ocular este puțin mai mare decât lățimea sa, el având o porțiune anterioară care proemină în afara sferei. Peretele globului ocular are trei straturi, sau învelișuri: un strat extern rezistent, fibros, cuprinzând corneea și sclerotica (sclera), un strat mijlociu bogat vascularizat care conține coroida, irisul și corpii ciliari, și un strat intern, retina, care conține receptorii pentru vedere (Figura 12.1).

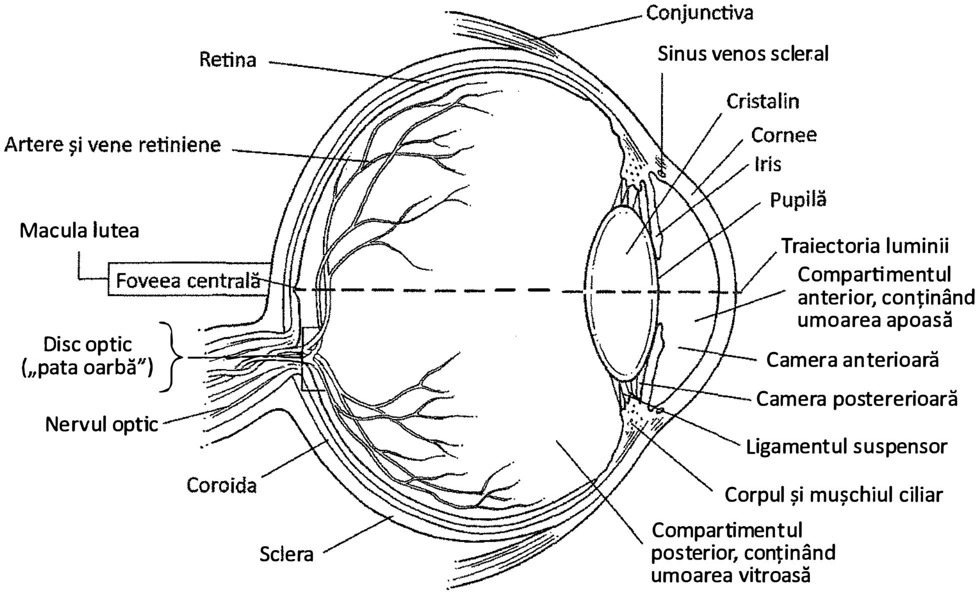


FIGURA 12.1 Structurile anatomice ale ochiului, prezentate într-o secțiune longitudinală prin ochi.

Ochiul conține două compartimente pline cu fluide: **compartimentul anterior** și **compartimentul posterior**. O regiune a compartimentului anterior, **camera anterioară**, se află între iris și cornee. O altă regiune, **camera posterioară**, se găsește între iris și cristalin. Ambele camere conțin un lichid numit **umoarea apoasă**. Compartimentul posterior, care se întinde de la cristalin la retină, conține o substanță gelatinoasă, numită **umoarea vitroasă**.

Pupila este un orificiu situat la nivelul irisului. **Irisul** este alcătuit din două straturi de mușchi neted: mușchiul constrictor, care îngustează pupila, și un mușchi dilatator, care mărește diametrul pupilei. Irisul conține pigmenții care conferă culoarea ochilor. „Albul ochilor” este reprezentat de porțiunea vizibilă a **scleroticii (sclerei)**.

În spatele irisului se găsește **cristalinul**, un disc transparent, biconvex, alcătuit dintr-un material proteic fibros dispus în straturi concentrice. Cristalinul este ferm ancorat de **corpii ciliari** prin intermediul **ligamentului suspensor**. Cea mai mare parte a corpului ciliar, care modifică forma cristalinului pentru a focaliza imaginile, constă din **mușchiul ciliar** intrinsec. Corpul ciliar se unește cu irisul la periferia acestuia, iar restul irisului se extinde în interior, între cornee și cristalin.

TABELUL 12.2 STRUCTURILE OCHIULUI ȘI FUNCȚIILE LOR

Structura	Funcția
Corneea	Refractă lumina; importantă pentru focalizarea luminii pe retină
Sclera	Menține forma ochiului și îl protejează; de ea se atașează mușchii extrinseci
Irisul	Controlează cantitatea de lumină ce trece prin pupilă
Corpul ciliar	Modifică forma cristalinului (acomodare) și secretă umoarea apoasă
Coroida	Absoarbe lumina; conține vasele sanguine ale structurilor oculare
Retina	Absoarbe lumina; detectează lumina și formează imaginile ce vor fi transmise encefalului
Cristalinul	Refractă lumina; important în acomodare
Compartimentul anterior	Menține forma ochiului și refractă lumina prin intermediul umorii apoase
Compartimentul posterior	Menține forma ochiului și refractă lumina prin intermediul umorii vitroase
Umoarea apoasă	Umple compartimentul anterior, contribuind la menținerea formei ochiului; menține presiunea intraoculară
Umoarea vitroasă	Umple compartimentul posterior și menține presiunea intraoculară; conferă forma ochiului și menține retina atașată pe coroidă; refractă lumina

Stratul cel mai intern al globului ocular este **retina**. Ea se extinde anterior până la porțiunea posterioară a corpului ciliar. Retina are două straturi: un strat extern, pigmentat, ce conține melanină, aderă de coroidă și absoarbe razele de lumină, și un strat intern alcătuit din țesut nervos, retina propriu-zisă (Tabelul 12.2).

Stratul intern al retinei este alcătuit din trei straturi de neuroni. În imediata apropiere a coroidei se află un strat de **neuroni receptori**, care conține aproximativ 120 de milioane de **celule cu bastonașe** și 6-7 de milioane de **celule cu conuri**, denumite astfel datorită formei lor. Urmează un strat de **neuroni bipolari**, care recepționează impulsurile generate de celulele cu conuri și bastonașe. Al treilea strat conține **neuroni multipolari**, ai căror axoni formează nervul optic.

Structurile accesorii ale ochiului includ sprâncenele, pleoapele, genele, conjunctiva și aparatul lacrimal. **Sprâncenele** și **genele** oferă protecție împotriva pătrunderii corpilor străini în pupilă, iar **pleoapele** protejează porțiunea anterioară a ochiului. Pe partea internă, pleoapele sunt căptușite de **conjunctivă**, o membrană mucoasă care se răsfrânge acoperind parțial și globul ocular. **Aparatul lacrimal** conține glandele lacrimale, ce produc lacrimi care scaldă globul ocular și îl păstrează umed.

FIZIOLOGIA VEDERII

Simțul vederii se bazează în principal pe cele două tipuri de celule din retină, celulele cu conuri și cu bastonașe. **Celulele cu bastonașe** permit vederea în condiții de luminozitate

scăzută. Ele permit perceperea contururilor obiectelor și realizează vederea în lumina crepusculară.

Celulele cu conuri au acuratețe maximă atunci când există suficientă lumină pentru a permite vederea de aproape și observarea detaliilor. Ele sunt răspunzătoare de vederea diurnă, perceperea detaliilor și a culorilor. Celule cu conuri sunt concentrate la nivelul **foveei centrale**, o arie de depresiune ușoară aflată în apropierea centrului retinei. Pe măsură ce ne îndepărtăm de foveea centrală, numărul celulelor cu conuri scade, însă crește numărul celor cu bastonașe. Celulele cu bastonașe se găsesc în număr mare la periferia retinei. Din acest motiv, detectarea mișcării și vederea crepusculară sunt facilitate în principal de către retina periferică.

DE REȚINUT
Doar celulele cu conuri deosebesc culorile, funcționând în lumină puternică. Celulele cu bastonașe detectează lumina slabă.

Atât celulele cu bastonașe, cât și cele cu conuri, detectează mișcarea din mediul înconjurător și utilizează un pigment vizual numit **rodopsină**. Partea proteică (opsina) a acestui pigment este diferită în celulele cu bastonașe și între diferitele tipuri de celule cu conuri. Acest fapt permite diferențierea culorilor și a intensității luminoase. Restul moleculei, derivată din vitamina A, este identică în toate celulele. Când energia luminoasă stimulează celulele cu conuri și cu bastonașe, apar schimbări rapide de formă ale rodopsinei din aceste celule. Aceste modificări generează impulsuri nervoase la nivelul neuronilor bipolari și multipolari, impulsuri ce sunt transportate prin intermediul nervului optic și al tractului optic către cortexul vizual cerebral, unde sunt interpretate. **Discul optic** reprezintă locul de origine al nervului optic. El nu conține receptori vizuali, fiind denumit astfel și **pata oarbă**. Imaginea care ajunge la retină este inversată datorită proprietăților optice ale cristalinului, dar ea este percepută în orientarea corectă la nivelul cortexului lobilor occipitali.

Traseul razei luminoase la nivelul ochiului începe de la **corneea** transparentă ce acoperă suprafața ochiului. Lumina traversează în continuare **pupila**, care își modifică forma în funcție de intensitatea luminoasă și de distanța față de obiectul vizualizat. Pupila se micșorează când obiectul respectiv se află în apropiere și lumina este puternică, și se dilată când obiectul este îndepărtat și lumina slabă. Razele luminoase traversează apoi umoarea apoasă și ajung la **cristalin**, principala structură cu rol în focalizarea imaginii. Cristalinul este elastic și focalizează razele luminoase pe retină. Procesul de focalizare a luminii, bazat pe elasticitatea cristalinului, se numește **acomodare**. Când obiectul privit este departe, cristalinul este aproape plat, iar când obiectul respectiv se află în apropiere, cristalinul devine convex. Modificarea formei cristalinului se datorează în principal mușchilor ciliari, ce acționează asupra ligamentului suspensor. Spre exemplu, în timpul acomodării pentru vederea de aproape, mușchiul ciliar se contractă, eliberând tensiunea din ligamentul suspensor. Acest lucru permite cristalinului să devină mai convex datorită elasticității sale naturale și tendinței de a lua o formă sferică.

Cristalinul, corneea, umoarea apoasă și cea vitroasă sunt **medii refractare**, adică medii care focalizează razele luminoase și cauzează convergența acestora către foveea centrală a retinei, unde se formează imaginea. Spațiul cuprins cu privirea de un ochi se numește **câmp vizual extern**. Câmpul vizual extern al unui ochi se suprapune cu cel al celuilalt ochi, această suprapunere fiind răspunzătoare pentru percepția unei imagini tridimensionale. Mușchii extrinseci ai ochiului determină mișcări care permit percepția

unei singure imagini. Într-o afecțiune numită **strabism**, ochii nu se mișcă în mod coordonat. Persoanele cu această afecțiune văd două imagini în loc de una singură.

TULBURĂRILE DE VEDERE

Două dintre cele mai comune tulburări de vedere sunt miopia și hipermetropia. În cazul **miopiei**, imaginea se formează în fața retinei (Figura 12.2). Această afecțiune apare din cauza alungirii naturale a globului ocular, sau a unui cristalin care nu se acomodează corect. Pentru a putea focaliza imaginile pe retină se utilizează ochelari cu lentile biconcave. În **hipermetropie**, imaginea se formează în spatele retinei și este neclară, din cauza faptului că ochiul este prea scurt sau cristalinul este prea plat pentru a permite vederea de aproape. Pentru a focaliza imaginile pe retină se utilizează ochelari cu lentile biconvexe.

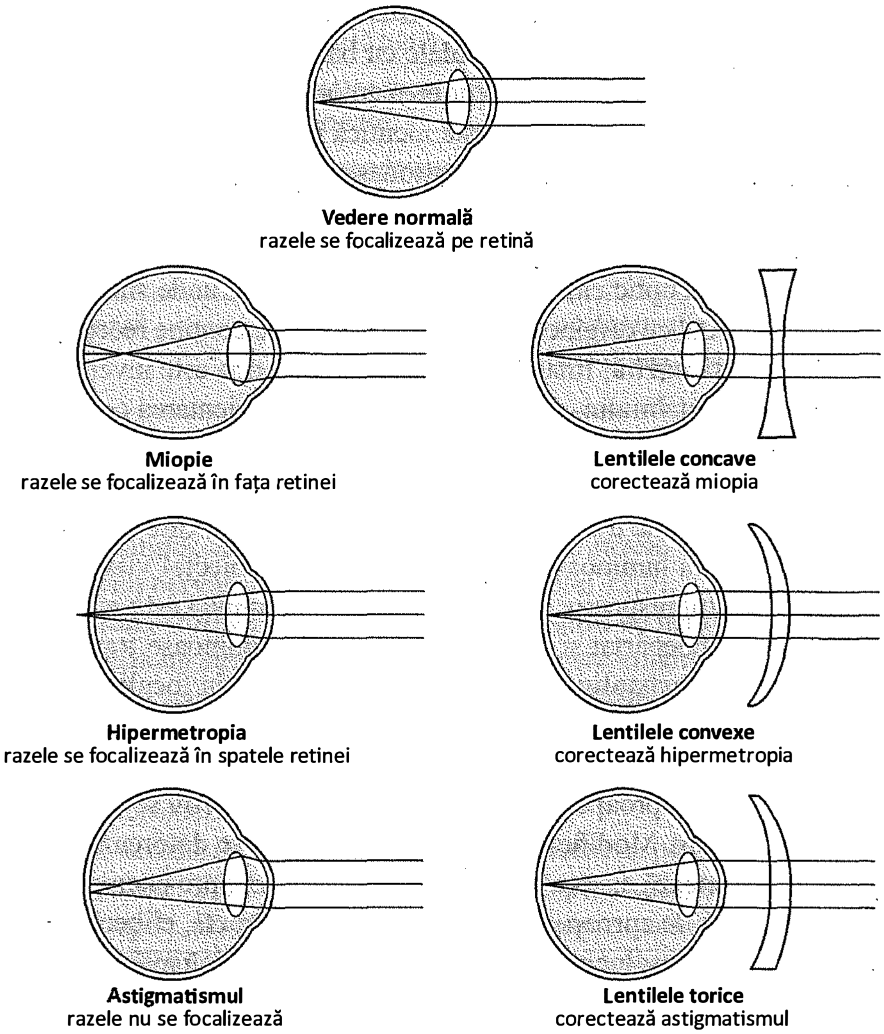


FIGURA 12.2 Tulburări comune de vedere. În mod normal, razele de lumină sunt focalizate pe retină. La persoanele mioape sau hipermetrope, razele sunt focalizate în fața, respectiv în spatele retinei. Pentru corectarea acestor probleme se folosesc ochelari cu lentile concave, respectiv convexe. În astigmatism, razele de lumină nu sunt focalizate, problemă corectată prin intermediul unor lentile neregulate.

O altă tulburare de vedere este **astigmatismul**, provocat de o curbură neregulată a corneei sau a cristalinului. Această curbură neregulată provoacă difracție, iar razele de lumină se proiectează pe zone diferite de pe retină, producând o imagine neclară. Astigmatismul reprezintă incapacitatea de a distinge două puncte apropiate, în anumite părți ale câmpului vizual. Această afecțiune se corectează prin utilizarea unor lentile cu o curbură specială (lentile torice).

Discromatopsia este o altă tulburare de vedere, datorată incapacității celulelor cu conuri de a reacționa la anumite culori ale spectrului de lumină. De exemplu, unele persoane nu pot deosebi culoarea verde de cea roșie din cauza lipsei celulelor cu conuri sensibile la culoarea roșie. Discromatopsia este, de obicei, determinată genetic; femeile sunt purtătoare ale acestei modificări, însă ea este prezentă mai frecvent la bărbați.

Elasticitatea cristalinului scade cu vârsta, astfel capacitatea de a vedea la distanțe mici scade. Acest fenomen se numește presbitism și se corectează cu ochelari de citit.

URECHEA

Urechea este organul auzului. Funcția sa este de a recepționa undele sonore din mediul înconjurător și de a le transmite neuronilor din urechea internă. La acest nivel, undele sonore sunt transformate în impulsuri nervoase, care sunt transmise encefalului. Ariile auditive majore se află în cortexul lobilor temporali ai emisferelor cerebrale.

ANATOMIA URECHII

Urechea are trei componente: urechea externă, urechea medie și urechea internă. **Urechea externă** este alcătuită din **pavilionul urechii** și **canalul auditiv extern**, care conduce vibrațiile sonore (Figura 12.3). Intrarea în canalul auditiv extern se numește **orificiul auditiv extern**. La capătul proximal al canalului se află **membrana timpanică (timpanul)**.

Urechea medie conține trei oase numite și **oscioare**. Acestea sunt **ciocanul (malleus)**, **nicovala (incus)** și **scărița (stapes)**. Capătul proximal al scăriței este conectat cu **fereastra ovală**, care este în contact cu urechea internă.

Un tub subțire și lung, **trompa lui Eustachio**, leagă faringele de urechea medie. Acest conduct este util în menținerea unei presiuni egale de ambele părți ale timpanului. La altitudini mari, o cantitate de aer cu presiune înaltă rămâne captivă în interiorul urechii medii. Acest aer ajunge, prin intermediul trompei lui Eustachio, în faringe, determinând o „pocnitură". La altitudini mici, aerul cu presiune înaltă urcă prin trompa lui Eustachio în urechea medie pentru a egaliza presiunile, determinând o altă „pocnitură".

Urechea internă conține o structură de forma unui melc, denumită **cohlee**, în interiorul căreia se află un lichid numit **perilimfă**. Vibrațiile perilimfei generează impulsurile nervoase ce provoacă senzația sonoră (Tabelul 12.2).

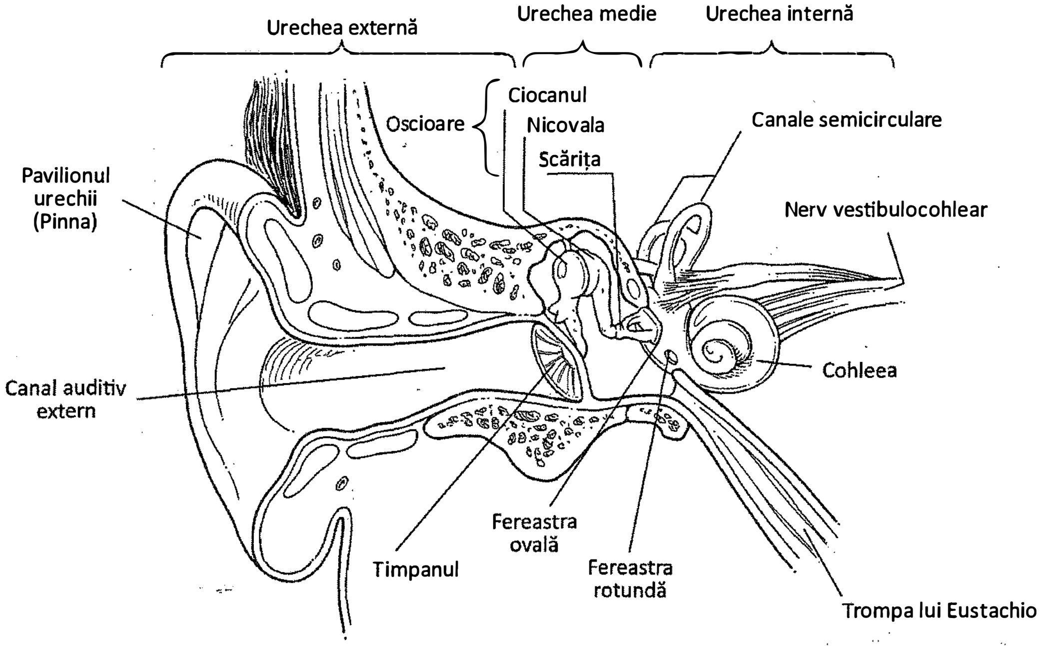


FIGURA 12.3 Structurile anatomice ale urechii. Observați cele trei componente majore ale urechii și structura lor.

FIZIOLOGIA AUZULUI

Auzul este percepția vibrațiilor sonore provocate de un obiect și transformate în unde sonore. Mediul în care se propagă aceste vibrații este aerul, care le conferă undelor sonore frecvență, intensitate și timbru. **Frecvența** reprezintă numărul de vibrații ale aerului într-o unitate de timp, deseori exprimată în cicli pe secundă sau hertzi. **Intensitatea** sunetului variază în funcție de amplitudinea undei sonore și este exprimată în decibeli. **Timbrul** (calitatea) sunetului depinde de armonicele tonale, care variază în funcție de obiectul care produce sunetul.

Auzul implică unele acțiuni mecanice ce transformă undele sonore în impulsuri mecanice. Undele sonore pătrund în canalul auditiv extern și se lovesc de timpan. Energia undelor sonore provoacă vibrația timpanului, care este transmisă mai departe celor trei oscioare din urechea medie. Ciocanul, nicovala și scărița vibrează secvențial, pe măsură ce sunt transmise undele sonore.

Ultimul oscior, scărița, vine în contact cu **fereastra ovală**, aflată la intrarea în cohlee. Vibrațiile ferestrei ovale provoacă modificări ale presiunii perilimfei din cohlee. Vibrațiile perilimfei sunt transmise **organului lui Corti** din interiorul cohleei. Organul lui Corti conține dendritele neuronilor ai căror axoni formează ramura cohleară a nervilor vestibulocohleari (auditivi); aceste dendrite vin în contact cu **celule ciliate**. Membrana vestibulară din cohlee delimitează, în interior, o cantitate de endolimfă în jurul celulelor ciliate. Când presiunea perilimfei se modifică, o membrană numită membrana tectoria mișcă celulele ciliate, declanșând impulsuri nervoase. Modificările de presiune sunt transmise înapoi perilimfei, iar fereastra rotundă se bombează, pentru a micșora presi-

unea (Figura 12.4). Impulsurile sunt transmise de-a lungul ramurii cohleare a nervului vestibulocohlear către lobii temporali ai emisferelor cerebrale, unde are loc interpretarea sunetului.

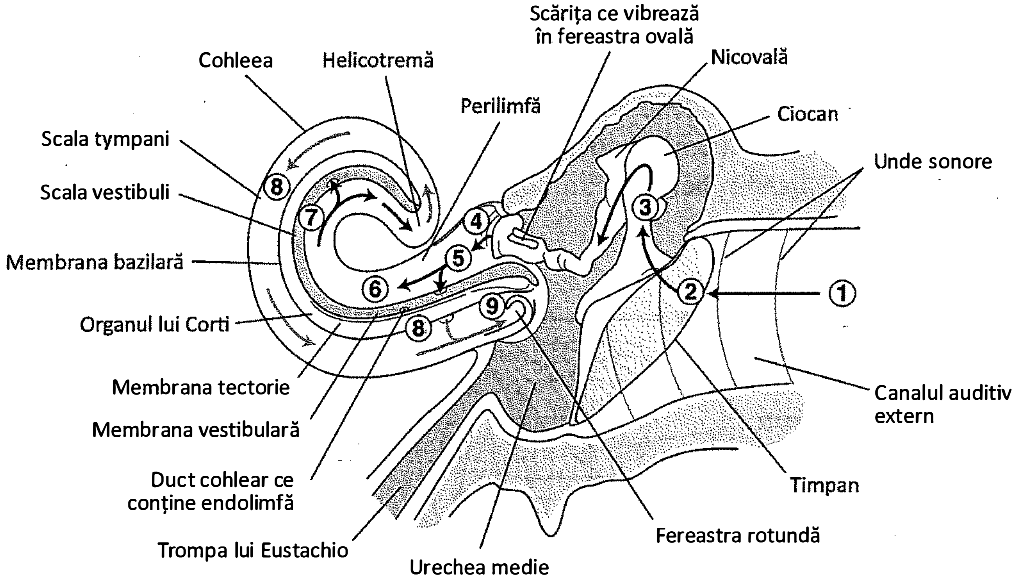


FIGURA 12.4 Transmiterea undelor sonore. Undele sonore intră în canalul auditiv extern, provocând vibrația timpanului. Această vibrație determină mișcarea ciocanului, a nicovalei și a scăriței, ceea ce induce modificarea presiunii perilimfei. Aceste modificări sunt transmise endolimfei prin intermediul membranei vestibulare. Modificarea presiunii endolimfei determină mișcarea membranei tectoria, mișcare ce este detectată de celulele ciliate ale organului lui Corti. Fluctuațiile presiunii sunt transmise înapoi spre perilimfă și fereastra rotundă, în vederea diminuării presiunii.

ALTE SIMȚURI

Văzul și auzul reprezintă doar două dintre simțurile prezente în organismul uman. Celelalte simțuri includ gustul, mirosul, diverse tipuri de simțuri tactile și simțul echilibrului.

GUSTUL

Simțul gustului se mai numește și **simț gustativ** și este un simț bazat pe substanțe chimice dizolvate într-un lichid. După dizolvare, moleculele substanței sunt detectate de mugurii gustativi ai limbii (Figura 12.5).

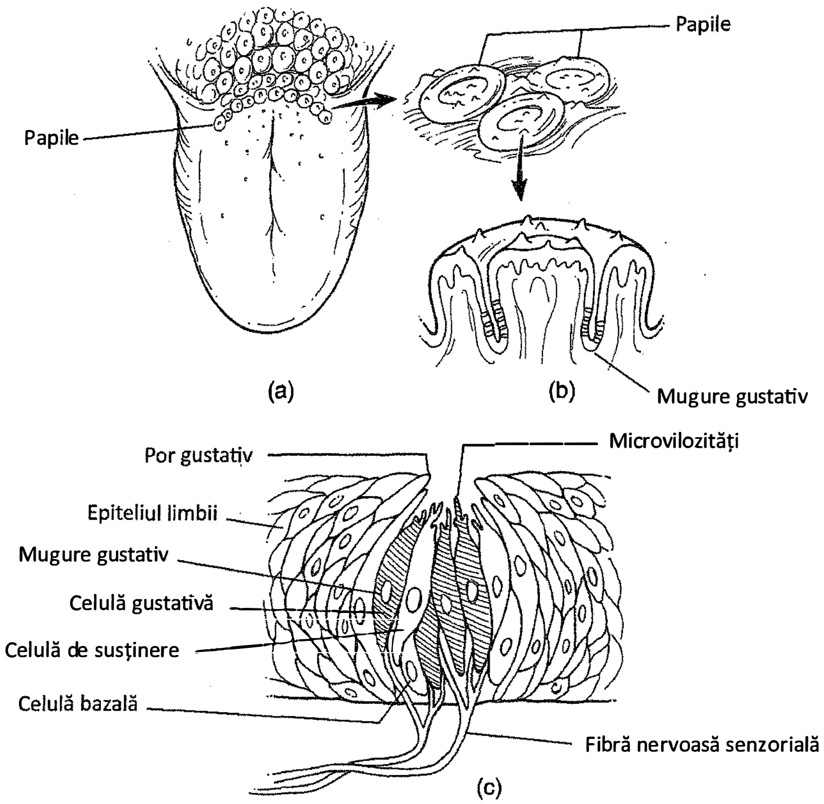


FIGURA 12.5 Reprezentare detaliată a mugurilor gustativi. Papilele (a) conțin muguri gustativi (b) la bază. O celulă gustativă individuală (c) este însoțită de câteva celule de susținere. Ea este asociată cu câte o fibră nervoasă senzorială, care transmite impulsurile spre encefal, pentru a fi interpretate.

Mugurii gustativi sunt localizați pe suprafața dorsală a limbii, fiind dispuși pe mici protuberanțe numite **papile**.

Cele 5 gusturi primare sunt **dulce**, **acru**, **amar**, **sărat** și **umami** (datorat aminoacidului numit glutamat). Partea posterioară a limbii este mai sensibilă la moleculele ce stimulează gustul amar, în timp ce gustul acru stimulează porțiunile antero-laterale ale limbii, iar gustul sărat stimulează mai ales părțile postero-laterale ale limbii. Gustul dulce și cel sărat sunt detectate cel mai bine la nivelul vârfului limbii. Receptorii pentru umami sunt localizați în vecinătatea faringelui.

Pentru a declanșa senzația de gust, moleculele pătrund în porii gustativi ai papilelor și stimulează celulele specializate gustative din mugurii gustativi. Aceste celule generează și transmit impulsuri de-a lungul fibrelor nervoase către ramuri ale **nervului facial** sau **glosofaringian**, și mai departe către encefal. Impulsurile nervoase trec prin bulb, unde nervii fac sinapsă cu neuroni ce duc la talamus. Neuronii din talamus transportă impulsurile către lobul parietal, unde stimulii gustativi sunt interpretați.

MIROSUL

Simțul mirosului se mai numește și **simț olfactiv**. Este un simț care necesită contactul dintre receptori și moleculele substanțelor ce urmează a fi detectate.

La mirosirea unei substanțe, molecule din substanța respectivă pătrund în nas și stimulează celule olfactive specializate, localizate în mucoasa porțiunii superioare a cavității nazale. Aceste celule generează impulsuri nervoase care se propagă de-a lungul **nervului olfactiv** (Figura 12.6). Acest nerv pătrunde în cutia craniană prin lama ciuruită a osului etmoid, trece prin bulbii olfactivi în tractul olfactiv, și se termină în cortexul olfactiv din lobii frontal și temporal, unde stimulii sunt interpretați.

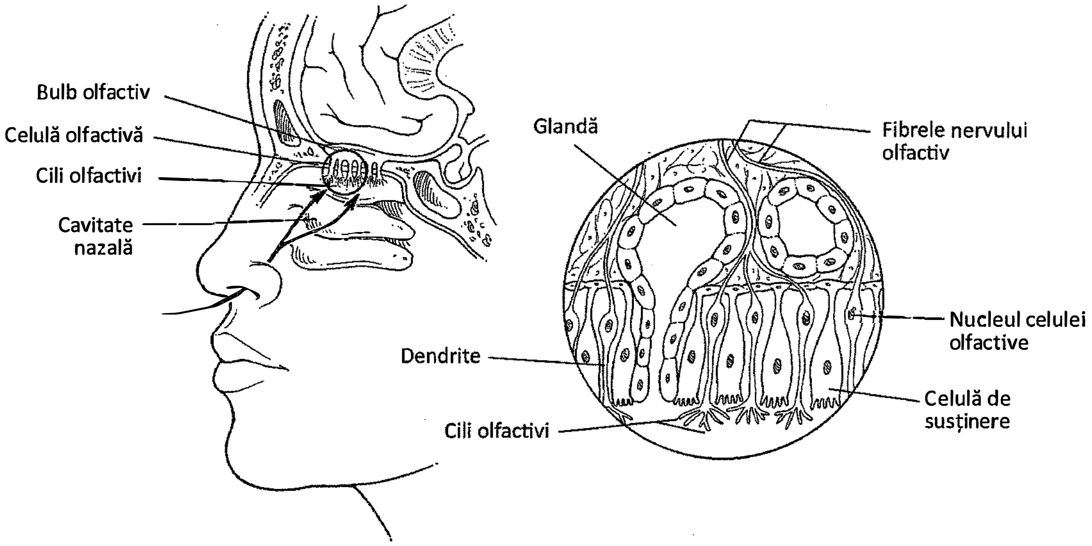


FIGURA 12.6. Simțul olfactiv. Moleculele de substanță ating cilii celulelor olfactive din porțiunea superioară a nasului. Impulsurile generate de aceste celule sunt conduse spre encefal.

Organismul uman poate detecta peste 4000 de mirosuri diferite, provocate de peste 200 de substanțe chimice odorate. Celulele olfactive pot obosi rapid, iar conștientizarea mirosurilor diminuează.

SIMȚUL TACTIL ȘI SIMȚURILE ÎNRUDITE

Simțul tactil, precum și simțurile înrudite ca durerea, presiunea și vibrația, utilizează receptori aflați în piele, mușchi, articulații și viscere. Există mai multe tipuri de receptori. De exemplu, **terminațiile nervoase libere** din piele detectează durerea. **Discurile Merkel**, aflate tot în piele, detectează stimulii tactili. **Corpusculii Meissner** detectează presiunile și vibrațiile ușoare, iar **corpusculii Pacini** recepționează presiunile și vibrațiile puternice de la nivelul pielii (Figura 12.7). Mușchii, articulațiile și viscerele dispun de receptori asemănători. Impulsurile sunt transmise către encefal, unde sunt interpretate.

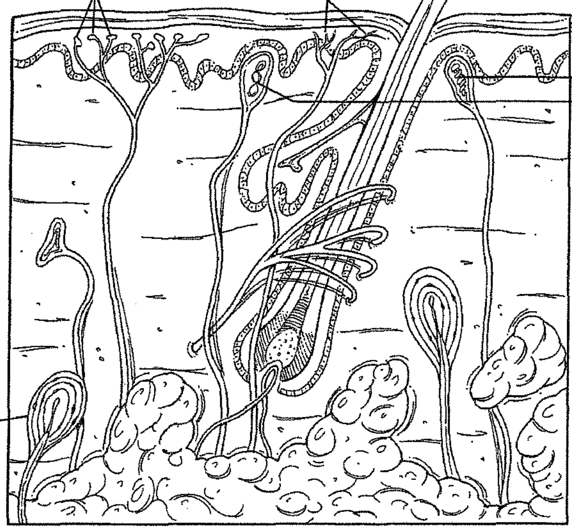


FIGURA 12.7 Principalii receptori pentru simțul tactil, din piele.

ECHILIBRUL

Simțul echilibrului derivă din activitatea urechii interne (unde are loc și auzul). Urechea internă conține o serie de canale săpate în osul temporal, ce alcătuiesc un labirint. Labirintul urechii interne are două componente: **labirintul membranos** și **labirintul osos**. Labirintul membranos este cuprins în interiorul labirintului osos. Labirintul osos reprezintă sediul cohleei, vestibulului și al canalelor semicirculare și este umplut cu perilimfă, care scaldă labirintul membranos. Perilimfa este asemănătoare cu lichidul cefalorahidian. Labirintul membranos conține endolimfă, care este asemănătoare cu lichidul interstițial.

În interiorul labirintului osos se află trei structuri numite **canale semicirculare**, care conțin endolimfă și sunt conectate cu cohleea la nivelul unei regiuni numite **vestibul**. În interiorul vestibulului se găsesc două structuri numite **utricula** și **sacula**, unite printr-un canal subțire. Utricula și canalele semicirculare sunt asociate simțului echilibrului.

> **DE REȚINUT**
> Celulele ciliate din ampulă detectează echilibrul dinamic, iar cele din macule pe cel static.

Canalele semicirculare sunt dispuse la 120 de grade unul față de celălalt, fiecare fiind conectat cu utricula. La locul de joncțiune cu utricula, fiecare canal prezintă o porțiune dilatată, numită **ampulă** (Figura 12.8), în care se găsește un grup de celule senzoriale ciliate. În urma modificării poziției capului, endolimfa din canalele semicirculare stimulează celulele ciliate, generând impulsuri transmise fibrelor nervoase din jurul lor. Aceste fibre transportă impulsurile către encefal, de-a lungul ramurii vestibulare a nervului vestibulocohlear. La rândul său, encefalul trimite impulsuri motorii mușchilor, care ajustează poziția corpului, menținându-i echilibrul. Această formă de echilibru se numește **echilibru dinamic**.

Mișcările mai puțin ample implicate în menținerea **posturii** sau **echilibrul static**, apar printr-un mecanism ușor diferit. În interiorul saculei și al utriculei se găsesc niște structuri de mici dimensiuni, numite **macule**. Fiecare maculă este alcătuită din celule ciliate și o membrană ce conține mici fragmente de carbonat de calciu numite **otoliți** (**calculi**). În urma unei schimbări ușoare a poziției capului, presiunea exercitată asupra acestei membrane provoacă modificarea poziției otoliților, care acționează asupra celulelor ciliate. Acestea, la rândul lor, generează impulsuri nervoase ce sunt transmise prin nervul vestibulocohlear către encefal, care ajustează postura corpului prin impulsuri motorii trimise către mușchi.

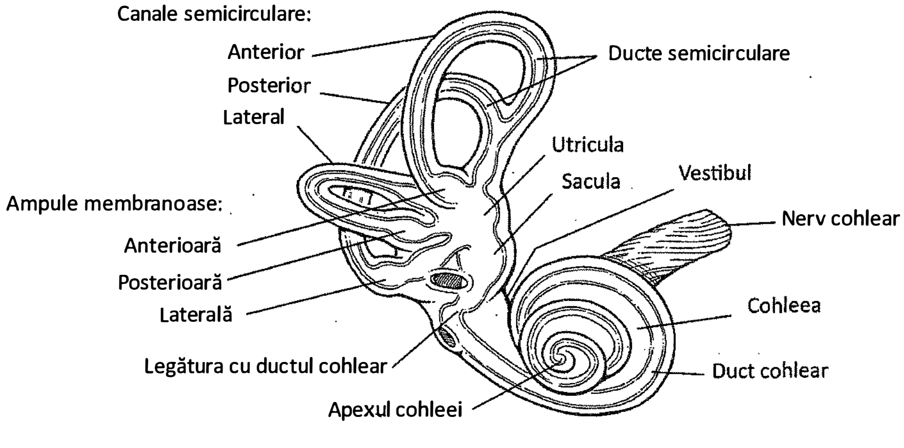


FIGURA 12.8 Reprezentare detaliată a labirintului osos care stă la originea simțului echilibrului. Labirintul osos este o structură aflată în interiorul osului temporal, ce conține canalele semicirculare, vestibulul și cohleea. Mișcarea endolimfei din canalele semicirculare stimulează celulele ciliate din ampulă, generând impulsuri trimise encefalului, care ajustează mișcările corpului prin intermediul mușchilor.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale ochiului.

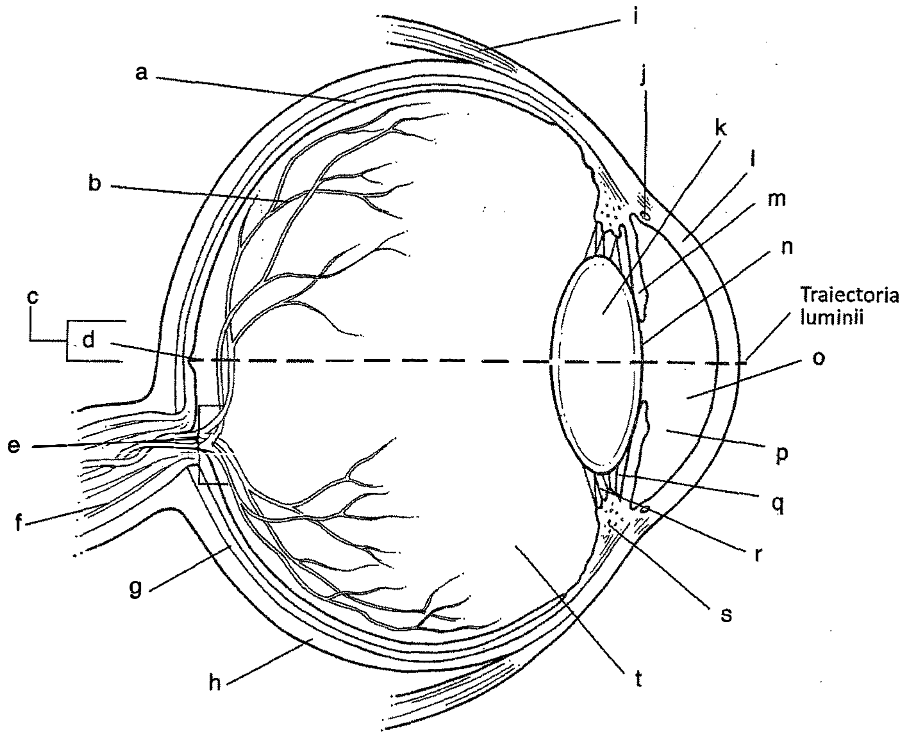


FIGURA 12.9

__ 1. compartimentul anterior, conținând umoarea apoasă
__ 2. camera anterioară
__ 3. coroida
__ 4. corpul și mușchiul ciliar
__ 5. conjunctiva
__ 6. corneea
__ 7. foveea centrală
__ 8. irisul
__ 9. cristalinul
__10. macula lutea
__11. discul optic
__12. nervul optic
__13. compartimentul posterior, conținând umoarea vitroasă
__14. camera posterioară
__15. pupila
__16. retina
__17. arterele și venele retiniene
__18. sclera
__19. sinusul venos scleral
__20. ligamentul suspensor

Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale urechii.

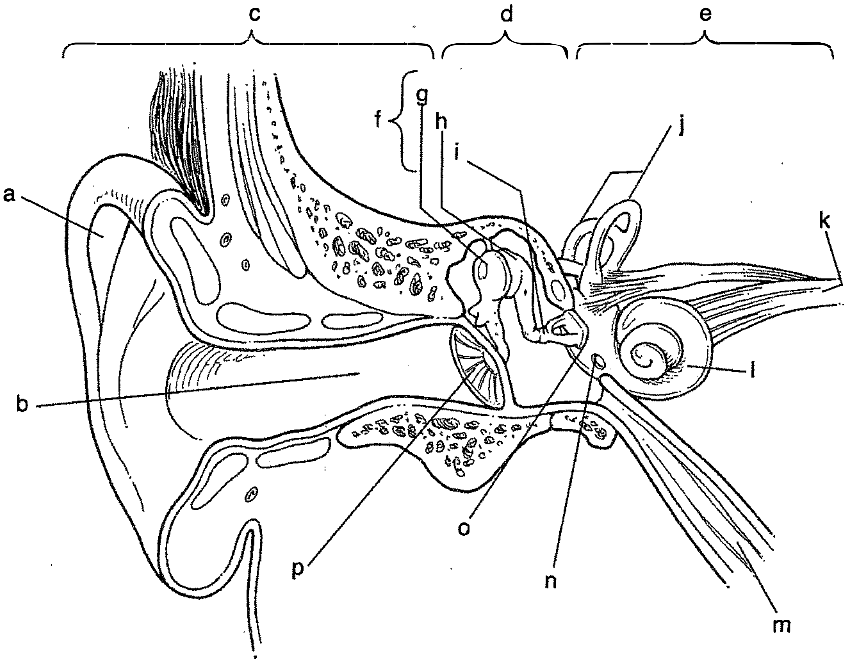


FIGURA 12.10

__ 1. trompa lui Eustachio
__ 2. cohleea
__ 3. canalul auditiv extern
__ 4. urechea externă
__ 5. nicovala
__ 6. urechea internă
__ 7. ciocanul
__ 8. urechea medie
__ 9. oscioarele urechii interne
__10. fereastra ovală
__11. pavilionul urechii
__12. fereastra rotundă
__13. canalele semicirculare
__14. scărița
__15. timpanul
__16. nervul vestibulocohlear

Secțiunea B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Ochiul preia lumina din mediul înconjurător și formează o imagine pe celulele din __________________.
2. Nervul care transportă impulsuri dinspre ochi înspre encefal este __________________.
3. Stratul intern al peretelui posterior al ochiului este denumit __________________.
4. Peretele extern al ochiului este reprezentat de cornee și __________________.
5. Lichidul apos din camera anterioară este __________________.
6. Substanța cu consistență de gel ce umple compartimentul posterior al ochiului este __________________.

7. Camera posterioară a ochiului se întinde între iris și _________________.
8. Irisul este alcătuit din două straturi de _________________.
9. Pupila este un orificiu în porțiunea ochiului denumită _________________.
10. Cristalinul transparent, biconcav, este situat în spatele _________________.
11. Ligamentele suspensoare atașează cristalinul de _________________.
12. Stratul intern al retinei este alcătuit din trei straturi de _________________.
13. Suprafața internă a pleoapelor este acoperită de o membrană mucoasă numită _________________.
14. Lacrimile care umectează globii oculari sunt secretate de către _________________.
15. Vederea crepusculară se datorează celulelor cu _________________.
16. Vederea diurnă și percepția detaliilor este asigurată de celulele cu _________________.
17. Locul în care se află cele mai multe conuri este _________________.
18. Celulele cele mai numeroase în retina periferică sunt _________________.
19. Discul optic nu conține receptori vizuali, fiind denumit și _________________.
20. Lobul cerebral în care este interpretat semnalul vizual este _________________.
21. Focalizarea luminii datorită elasticității cristalinului se mai numește _________________.
22. Modificarea formei cristalinului se află sub controlul unui mușchi numit _________________.
23. Persoanele cu o afecțiune manifestată prin mișcarea necoordonată a globilor oculari, spunem că suferă de _________________.
24. Înaintarea în vârstă poate reduce puterea de acomodare, tulburare numită _________________.
25. Miopia poate fi corectată cu ochelari având lentile _________________.
26. Persoanele care nu văd bine la distanțe mici suferă de _________________.
27. Hipermetropia poate fi corectată cu ochelari având lentile _________________.
28. Curbura neregulată a corneei are ca rezultat o afecțiune numită _________________.
29. Afecțiunea determinată genetic în urma căreia o persoană nu poate distinge anumite culori se numește _________________.
30. Lobul cerebral în care are loc percepția auditivă este _________________.

31. Numele membranei ce separă urechea externă de cea medie este __________________.
32. Oscioarele urechii medii, ce transmit sunetul către urechea internă, sunt ciocanul, nicovala și __________________.
33. Tubul lung și subțire care leagă faringele de urechea medie se numește __________________.
34. Structura asemănătoare unui melc din urechea internă se numește __________________.
35. Cele trei calități ale sunetului sunt intensitatea, frecvența și __________________.
36. Undele sonore sunt transmise de către oscioarele urechii medii unei structuri aflate la intrarea în cohlee, cu care scărița vine în contact, numită __________________.
37. În interiorul cohleei, celulele ciliate detectează modificările presiunii provocate de sunet la nivelul unei structuri numite __________________.
38. Impulsurile nervoase generate de sunet sunt transmise spre encefal prin ramura cohleară a nervului __________________.
39. Simțul gustului mai este denumit și __________________.
40. Mugurii gustativi sunt localizați pe partea dorsală a limbii, unde fac parte din mici protuberanțe numite __________________.
41. Cele cinci gusturi primare sunt dulce, acru, sărat, umami și __________________.
42. Gustul sărat și cel dulce sunt detectate mai ales de porțiunea __________________ a limbii.
43. Impulsurile gustative sunt transmise encefalului prin intermediul nervului facial sau al __________________.
44. Simțul mirosului se mai numește __________________.
45. Interpretarea mirosului are loc în lobul temporal și în __________________.
46. Receptorii pentru simțul tactil din piele se mai numesc __________________.
47. Receptorii ce detectează presiunea și vibrațiile puternice se numesc __________________.
48. Simțul echilibrului este asociat cu canale și pasaje aflate în __________________.
49. Fiecare dintre canalele semicirculare utilizate în menținerea echilibrului vine în contact cu o formațiune numită __________________.
50. Menținerea posturii depinde de impulsuri ce iau naștere în canalul semicircular prin mișcarea unor mici fragmente de carbonat de calciu numite __________________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Stratul extern al peretelui globului ocular este alcătuit din
   A. iris și corpii ciliari
   B. retină
   C. cornee și scleră
   D. celule cu bastonașe și cu conuri

2. Umoarea vitroasă a ochiului se găsește între
   A. iris și cristalin
   B. pupilă și iris
   C. retină și fovee
   D. cristalin și retină

3. Irisul este alcătuit din
   A. vase sanguine pigmentate
   B. două straturi de mușchi neted
   C. celule nervoase
   D. celule ale țesutului conjunctiv denumite astrocite

4. Culoarea ochilor depinde de pigmenții conținuți în
   A. iris
   B. retină
   C. scleră
   D. cornee

5. Următoarele sunt componente ale retinei, *cu excepția*:
   A. neuronilor bipolari
   B. neuronilor multipolari
   C. celulelor cu conuri
   D. mușchilor ciliari

6. Conjunctiva este o membrană mucoasă care
   A. acoperă sclera și se extinde către retină
   B. acoperă globul ocular și căptușește pleoapele
   C. acoperă celulele cu bastonașe, dar nu și pe cele cu conuri
   D. se găsește doar în camera posterioară a ochiului

7. Lacrimile sunt produse de un set de glande numite
   A. glande etmoide
   B. glande lacrimale
   C. glande submandibulare
   D. glande suspensoare

8. Celulele în formă de bastonaș permit vederea
   A. în condiții de lumină puternică
   B. în culori
   C. în condiții de lumină slabă
   D. numai la nivelul foveei

9. Cea mai mare concentrație de celule cu conuri se găsește în
   A. corpul ciliar
   B. iris
   C. foveea centrală
   D. lobul temporal

10. Cel mai mare număr de celule cu bastonașe se află în
   A. ligamentul suspensor
   B. periferia retinei
   C. lobul occipital
   D. pata oarbă

11. Imaginea inversată este reorientată în poziție normală în
   A. lobul temporal
   B. pata oarbă
   C. lobul occipital
   D. discul optic

12. Procesul de acomodare pentru vederea de aproape se datorează
   A. modificării formei cristalinului
   B. înlocuirii celulelor cu conuri de către celule cu bastonașe
   C. formării imaginii în fața retinei
   D. apariției discromatopsiei

13. Persoanele cu strabism suferă de o afecțiune în care
   A. nu pot distinge culoarea roșie sau verde
   B. razele luminoase sunt focalizate în spatele retinei
   C. discul optic este lezat
   D. cei doi ochi nu sunt coordonați

14. Miopia se corectează cu ochelari având lentile
   A. plate
   B. biconvexe
   C. biconcave
   D. confocale

15. Hipermetropia se poate corecta cu ochelari având lentile
   A. biconvexe
   B. biconcave
   C. plate
   D. confocale

16. La o persoană cu hipermetropie
   A. imaginea se formează în fața retinei
   B. imaginea nu se formează
   C. imaginea se formează în spatele retinei
   D. axele optice ale ochilor sunt încrucișate

17. Discromatopsia este rezultatul
    A. unei leziuni oculare
    B. unei afecțiuni genetice
    C. astigmatismului
    D. purtării de ochelari nepotriviți

18. Următoarele sunt componente ale urechii externe, *cu excepția*
    A. membranei timpanice
    B. pavilionului urechii
    C. canalului auditiv extern
    D. ciocanului, nicovalei și scăriței

19. Trompa lui Eustachio se întinde între
    A. urechea medie și cea internă
    B. urechea externă și cohlee
    C. cohlee și canalele semicirculare
    D. faringe și urechea medie

20. Următoarele sunt caracteristici ale undelor sonore, *cu excepția*
    A. intensității
    B. timbrului
    C. refracției
    D. frecvenței

21. Vibrațiile sonore sunt conduse dinspre scăriță înspre perilimfa cohleară de către
    A. fereastra ovală
    B. organul lui Corti
    C. neuronii bipolari
    D. pavilionul urechii

22. Moleculele de substanță ce determină gustul amar sunt detectate în principal în
    A. porțiunea posterioară a limbii
    B. zonele de sub limbă
    C. porțiunea laterală anterioară a limbii
    D. nici o porțiune a limbii

23. Mugurii gustativi trimit stimuli către encefal prin intermediul
    A. nervilor facial și glosofaringian
    B. nervilor vag și accesoriu
    C. nervilor olfactiv și optic
    D. nervilor trohlear și trigemen

24. Nervul olfactiv transportă în principal impulsuri provenite de la
    A. limbă
    B. ureche
    C. nas
    D. piele

25. Utricula, sacula și vestibulul sunt implicate în
    A. auz
    B. vedere
    C. echilibru
    D. presiune

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

1. Nervul care transmite impulsurile dinspre ochi către encefal este nervul olfactiv.
2. Stratul intern al globului ocular este un strat bogat vascularizat ce conține coroida, irisul și corpii ciliari.
3. Cele două componente ale stratului extern al globului ocular sunt corneea și retina.
4. Camera posterioară a ochiului se găsește între iris și retină.
5. Irisul este alcătuit din două straturi de mușchi striat.
6. Cristalinul este un disc transparent biconcav alcătuit din material proteic dispus în straturi concentrice.
7. Ligamentul suspensor leagă cristalinul de corpul ciliar.
8. Neuronii ce primesc impulsurile generate de celulele cu conuri și bastonașe sunt neuroni unipolari.
9. Membrana mucoasă ce se răsfrânge peste o parte a globului ocular și căptușește pleoapa se numește conjunctivă.
10. Lacrimile ce umectează globul ocular sunt produse de aparatul nazal.
11. Celulele cu bastonașe permit vederea detaliată și în culori.
12. Celulele cu conuri sunt mai numeroase în foveea centrală, o mică depresiune situată în apropierea părții posterioare a centrului retinei.
13. Numărul de celule cu bastonașe descrește odată cu îndepărtarea de foveea centrală.
14. Principala structură implicată în focalizarea razelor luminoase pe retină este irisul.
15. Mușchii intrinseci ai ochiului sunt responsabili de mișcările globilor oculari ce ajută la obținerea unei imagini tridimensionale.
16. Astigmatismul se datorează curburii neregulate a cristalinului sau a retinei.
17. Aria percepției auditive se află în lobul temporal din cerebel.
18. Cele trei oscioare ale urechii medii sunt ciocanul, etmoidul și scărița.
19. Trompa lui Eustachio, care se termină în urechea internă, ajută la menținerea presiunii aerului de ambele părți ale timpanului.
20. Intensitatea undelor sonore se exprimă de obicei în decibeli.
21. Vibrațiile perilimfei din urechea internă sunt transmise dendritelor localizate în organul lui Corti din cohlee.

22. Majoritatea papilelor ce conțin muguri gustativi se găsesc pe palatul moale.
23. Stimulii gustativi trec prin cerebel în drumul lor spre lobii temporali cerebrali, unde sunt interpretați.
24. Organismul poate detecta patru mirosuri.
25. Canalele semicirculare ale urechii interne sunt implicate în principal în simțul echilibrului.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Victor suferă de albinism, fiind incapabil să producă melanină. În ce fel îi afectează această tulburare simțul văzului?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 12.9

1. o
2. p
3. g
4. s
5. i
6. l
7. d
8. m
9. k
10. c
11. e
12. f
13. t
14. q
15. n
16. a
17. b
18. h
19. j
20. r

Figura 12.10

1. m
2. l
3. b
4. c
5. h
6. e
7. g
8. d
9. f
10. o
11. a
12. n
13. j
14. i
15. p
16. k

SECȚIUNEA B - Completare

1. retină
2. nervul optic
3. retină
4. scleră
5. umoarea apoasă
6. umoarea vitroasă
7. cristalin
8. mușchi neted
9. iris
10. pupilei
11. corpul ciliar
12. neuroni
13. conjunctivă
14. aparatul lacrimal
15. bastonașe
16. conuri
17. foveea centrală
18. celulele cu bastonașe
19. pata oarbă
20. lobul occipital
21. acomodare
22. mușchi ciliar
23. strabism
24. presbitism
25. biconcave
26. hipermetropie
27. biconvexe
28. astigmatism
29. discromatopsie
30. lobul temporal
31. timpanul (membrana timpanică)
32. scărița
33. trompa lui Eustachio
34. cohleea
35. timbrul
36. fereastra ovală
37. organul lui Corti
38. vestibulocohlear
39. simțul gustativ
40. papile
41. amar
42. anterioară
43. nervului glosofaringian
44. simțul olfactiv
45. lobul frontal
46. discurile Merkel
47. corpusculii Pacini
48. urechea internă
49. utriculă
50. otoliți

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

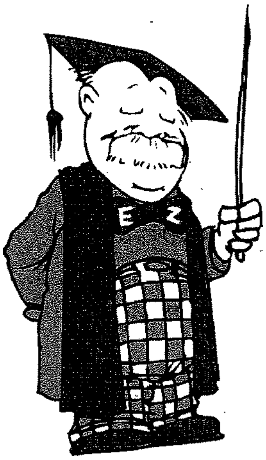
1. C
2. D
3. B
4. A
5. D
6. B
7. B
8. C
9. C
10. B
11. C
12. A
13. D
14. C
15. A
16. C
17. B
18. D
19. D
20. C
21. A
22. A
23. A
24. C
25. C

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. nervul optic
2. mijlociu
3. sclera (sclerotica)
4. cristalin
5. neted
6. biconvex
7. A
8. bipolari
9. A
10. lacrimal
11. conuri
12. A
13. crește
14. cristalinul
15. extrinseci
16. corneei
17. emisferele cerebrale
18. nicovala
19. medie
20. A
21. A
22. limbă
23. talamus
24. peste 4000 de
25. A

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Deoarece stratul pigmentar al retinei lui Victor nu conține melanină, razele luminoase se vor dispersa în interiorul ochiului, iar imaginile percepute de el vor fi neclare.



13

Sistemul endocrin

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie structura și funcțiile sistemului endocrin. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți diferitele mecanisme intracelulare utilizate de hormoni;
- identificați acele caracteristici ale hipofizei posterioare care o deosebesc de alte glande endocrine;
- definiți și identificați „hormonii tropi";
- asociați toate glandele endocrine și toate tipurile de celule cu hormonii pe care îi produc, funcțiile lor, organele lor țintă și efectele asupra acestora;
- identificați afecțiunile asociate cu dezechilibrele hormonale;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Descrierea generală a hormonilor
- Hipofiza
- Alte glande endocrine – tiroida, paratiroida, pancreasul, glandele suprarenale etc.
- Întrebări recapitulative

Sistemul endocrin este alcătuit din **glande endocrine** și din celule endocrine dispuse difuz în diferite țesuturi. Toate acestea secretă hormoni pe care îi elimină în sânge, cu scopul de a menține homeostazia. Sângele transportă hormonii până la organele țintă, unde aceștia produc modificări biochimice și fiziologice. Spre exemplu, hormonii stimulează creșterea și dezvoltarea, favorizează retenția de apă, ridică sau scad nivelul glucozei din sânge, favorizează retenția de sodiu și induc dezvoltarea caracteristicilor sexuale masculine. La nivelul celulelor țintă, hormonii se leagă de receptori specifici aflați pe suprafața sau în interiorul celulei.

Glandele endocrine produc două tipuri de hormoni: hormoni steroidieni (steroizi) și **hormoni non-steroidieni** (Tabelul 13.1).

Hormonii steroidieni sunt alcătuiți din lipide sintetizate din colesterol. Ei au o structură inelară, complexă, alcătuită din atomi de carbon și hidrogen. Exemple de astfel de hormoni sunt cortizolul, cortizonul, estrogenii, progesteronul și testosteronul.

Hormonii non-steroidieni includ proteine, peptide și amine. **Hormonii proteici** sunt alcătuiți din lanțuri de aminoacizi conectate între ele prin legături peptidice, și includ insulina secretată de pancreas, calcitonina secretată de glanda tiroidă și hormonii hipofizari. **Hormonii peptidici** conțin lanțuri mai scurte de aminoacizi, fiind reprezentați de hormonul antidiuretic (ADH) și oxitocină. **Hormonii aminici** sunt derivați din aminoacizi. Exemple de astfel de hormoni sunt tiroxina, sintetizată în glanda tiroidă, și adrenalina (epinefrina) din glandele suprarenale.

Cercetarea științifică a demonstrat că hormonii steroizi se dizolvă în fosfolipide și trec cu ușurință prin membrana celulară. În citoplasma celulelor țintă, hormonii se combină cu proteine, iar complexul rezultat stimulează activitatea unor gene care codifică tipuri specifice de molecule de ARN mesager. Acest fenomen conduce la declanșarea sintezei proteice, determinând modificări ale metabolismului celular.

Majoritatea hormonilor proteici, peptidici și aminici acționează ca **mesageri primari** ce se leagă de receptori aflați pe membrana celulelor țintă. Astfel, ei intensifică activitatea anumitor enzime membranare. O astfel de enzimă este **adenilat ciclaza** (Figura 13.1). După activare, adenilat ciclaza transformă moleculele de ATP în molecule de adenozin monofosfat ciclic (cAMP). Aceste molecule, denumite **mesageri secundari**, se dispersează în celulă și accelerează anumite modificări celulare, precum creșterea sintezei proteice, alterarea permeabilității membranare și activarea anumitor enzime.

TABELUL 13.1 CELE DOUĂ TIPURI PRINCIPALE DE HORMONI

Tipuri de hormoni	Exemple
Steroizi	Estrogeni, testosteron, aldosteron, cortizol
Non-steroizi	
• Amine	Noradrenalina (norepinefrină), adrenalina (epinefrină)
• Peptide	ADH, oxitocină
• Proteine	Insulină, somatotrop, prolactină
• Glicoproteine	FSH, LH, TSH

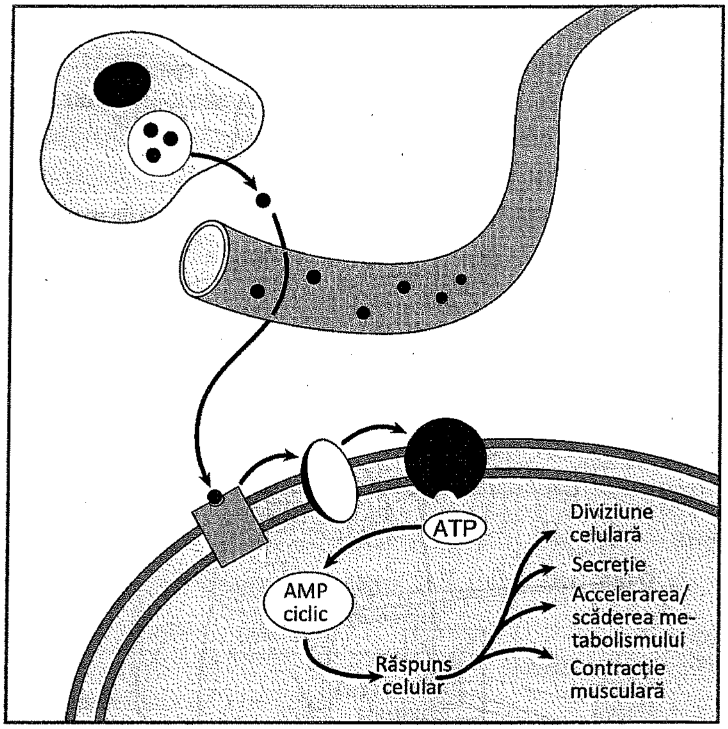


FIGURA 13.1 Activitatea hormonilor proteici, peptidici și aminici. Celula endocrină produce hormonul, care este transportat prin sânge până la celula țintă. Pe suprafața acesteia, hormonul se leagă de un receptor și formează AMP ciclic. Această moleculă acționează ca mesager secundar și induce modificări celulare. În exemplul prezentat, adenilat ciclaza transformă ATP în AMP ciclic. Acesta activează diverse enzime, provocând un răspuns celular adecvat.

Unele glande endocrine prezintă mecanisme de acțiune autocrine și paracrine. Mecanismul **autocrin** se traduce prin acțiunea unui hormon asupra celulei ce l-a secretat. În cadrul mecanismului **paracrin**, hormonii secretați de o celulă endocrină acționează asupra celulelor din imediata vecinătate.

HIPOFIZA (GLANDA PITUITARĂ)

Hipofiza (Figura 13.2) este o glandă de mărimea unui bob de mazăre, situată în partea inferioară a encefalului, într-o depresiune a osului sfenoid denumită sella turcica (șaua turcească), imediat înapoia chiasmei optice. Glanda hipofiză are un lob anterior, denumit **adenohipofiză**, și unul posterior, **neurohipofiză**. Neurohipofiza nu este o glandă endocrină propriu-zisă, ci un rezervor al hormonilor produși de către hipotalamusul situat deasupra ei. O tijă, denumită **infundibul**, leagă hipofiza de partea inferioară a hipotalamusului. Celulele neurosecretoare din hipotalamus sintetizează neurohormoni, care sunt transportați de-a lungul infundibulului în neurohipofiză, unde sunt stocați temporar. Acești hormoni sunt eliberați ca răspuns la stimulii proveniți din neuronii hipotalamici.

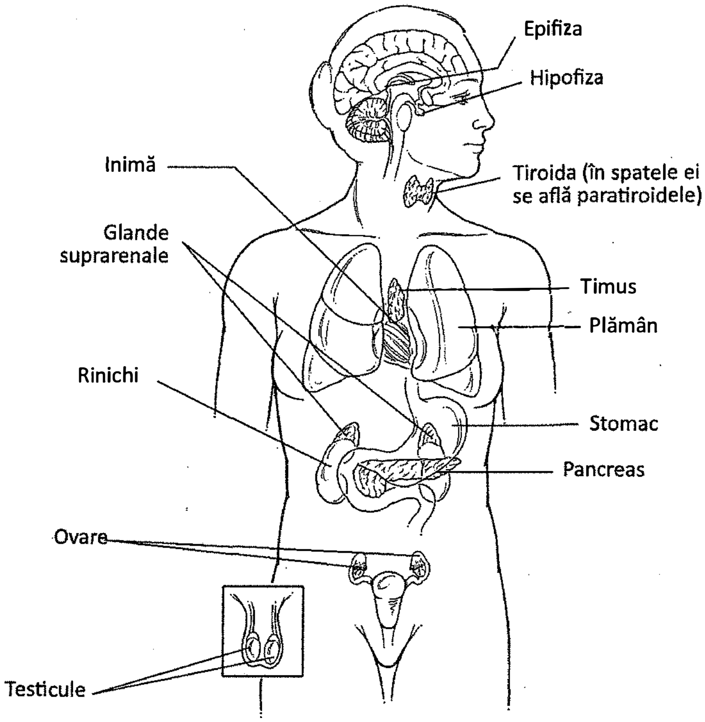


FIGURA 13.2 Glandele endocrine și relația lor cu principalele organe din corp.

Primul hormon eliberat de neurohipofiză este **hormonul antidiuretic (ADH)**, cunoscut și sub denumirea de **vasopresină**. ADH-ul acționează asupra tubilor renali, stimulând reabsorbția apei și determinând astfel creșterea volumului și a presiunii sanguine. Secreția scăzută (hiposecreția) de ADH are ca rezultat **diabetul insipid**, caracterizat prin producere excesivă de urină și senzație excesivă de sete.

Al doilea hormon eliberat de neurohipofiză este **oxitocina**. Celulele țintă ale acestui hormon sunt fibrele musculare netede din uter și glandele mamare, el stimulând astfel contracțiile uterine și eliminarea laptelui. La femeile ce alăptează, secreția de oxitocină este reglată parțial prin actul suptului.

DE REȚINUT
Prolactina secretată de adenohipofiză stimulează sinteza laptelui. Oxitocina neurohipofizară stimulează ejecția laptelui și contracțiile uterine din timpul nașterii.

Lobul anterior al hipofizei (adenohipofiza) produce câțiva hormoni cu importanță majoră. Adenohipofiza este controlată de către hipotalamus, care secretă **hormoni stimulatori** și **hormoni inhibitori**, eliberați în vasele sistemului port hipotalamo-hipofizar. Hormonii sintetizați de hipotalamus ajung astfel în hipofiză (Figura 13.3). Hormonii stimulatori cresc rata de sinteză și de eliberare a hormonilor hipofizei anterioare, pe când hormonii inhibitori o diminuează. Hormonii hipofizei anterioare controlează alte glande endocrine, motiv pentru care hipofiza este considerată glanda „dirijor" a sistemului endocrin. Hormonii care controlează alte glande endocrine se numesc **hormoni tropi**.

Primul hormon adenohipofizar, **hormonul de creștere uman (HGH – Human Growth Hormone)** este cunoscut și sub denumirea de **hormon somatotrop (STH)**. Acesta accelerează creșterea organismului prin stimularea introducerii aminoacizilor și

a proteinelor în celule, prin promovarea sintezei proteice şi mobilizarea grăsimilor. Hormonul somatotrop este o proteină alcătuită din 191 de aminoacizi. Secreţia de STH este inhibată de nivelul sanguin crescut al hormonului.

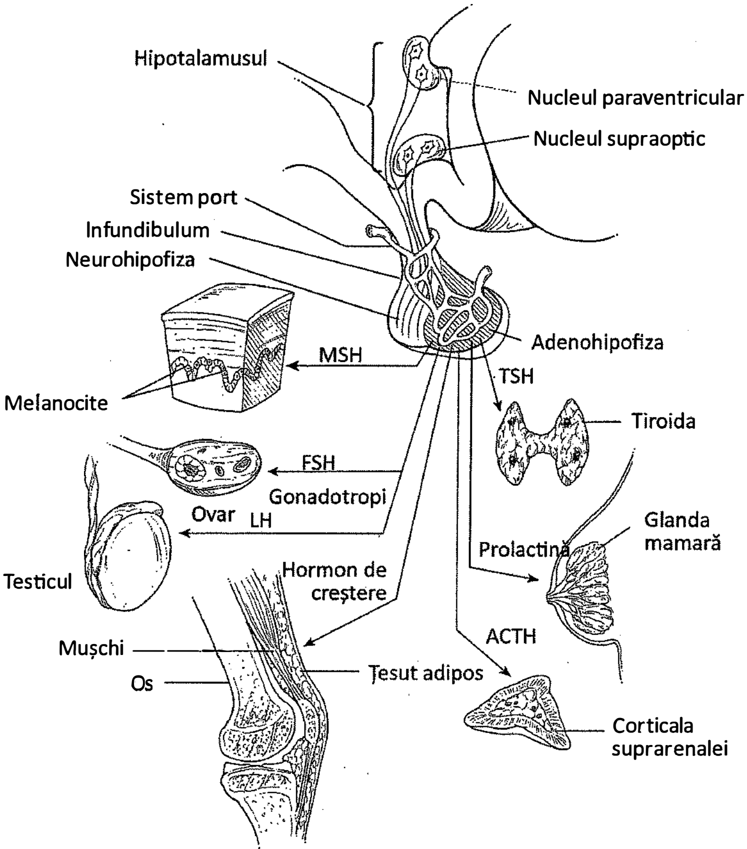


FIGURA 13.3 Adenohipofiza, vedere laterală. Sunt ilustraţi hormonii secretaţi din adenohipofiză şi organele lor ţintă. Observaţi relaţia glandei hipofize cu hipotalamusul, şi vascularizaţia ei. Hormonii neurohipofizari nu sunt reprezentaţi.

Deficitul de STH în copilărie cauzează **nanism** hipofizar, iar excesul **gigantism**. Excesul de STH la adulţi are ca rezultat **acromegalia**, o afecţiune caracterizată prin schimbarea fizionomiei şi a aspectului fizic al unei persoane, ca urmare a îngroşării oaselor şi a creşterii exagerate a ţesuturilor moi. Aceste modificări au loc în special la nivelul feţei, mâinilor şi a labelor picioarelor.

Al doilea hormon adenohipofizar este **hormonul stimulator tiroidian (TSH)**. Acest hormon reglează dezvoltarea glandei tiroide şi stimulează captarea iodului de către aceasta. De asemenea, TSH-ul controlează sinteza şi eliberarea hormonilor tiroidieni, el fiind, astfel, un hormon trop.

Al treilea hormon adenohipofizar este **hormonul adrenocorticotrop (ACTH)**, un alt hormon trop. Ţesutul ţintă al ACTH-ului este zona corticală a glandei suprarenale. La acest nivel, ACTH-ul influenţează creşterea tisulară şi stimulează secreţia unor hormoni numiţi glucocorticoizi.

Al patrulea hormon adenohipofizar este **prolactina**. Acest hormon acţionează asupra glandelor mamare, stimulând producerea laptelui pentru alăptarea nou-născutului.

Ultimii hormoni adenohipofizari sunt hormonii gonadotropi: **hormonul foliculo-stimulant (FSH)** și **hormonul luteinizant (LH)**, care au efecte asupra gonadelor (organele sexuale). FSH acționează asupra ovarelor și testiculelor. La femei, FSH-ul stimulează dezvoltarea foliculilor ovarieni în vederea producerii ovulelor, iar la bărbați stimulează producerea spermatozoizilor. LH stimulează, la femei, maturarea foliculilor ovarieni și ovulația. De asemenea, stimulează secreția de estrogeni și progesteron de către corpul galben (Capitolul 23). La bărbați, LH stimulează producerea testosteronului la nivel testicular. (Figura 13.3 prezintă, pe scurt, țesuturile țintă ale hormonilor adenohipofizari). Atât FSH-ul, cât și LH-ul, sunt hormoni tropi (Tabelul 13.2 prezintă, pe scurt, hormonii hipofizari).

TABELUL 13.2 HORMONII GLANDEI HIPOFIZE

Hormonul	Organul/organele țintă	Efecte principale
Lobul anterior:		
Hormonul de creștere sau **somatotrop** (STH)	Țesuturile întregului organism	Stimulează creșterea
Hormonul stimulator tiroidian (TSH)	Glanda tiroidă	Stimulează producerea tiroxinei
Hormonul adreno-corticotrop (ACTH)	Zona corticală a suprarenalei, pielea, ficatul, glanda mamară	Stimulează producerea corticosteroizilor; crește rata metabolismului, stimulează depunerea glicogenului în ficat, pigmentarea pielii, producerea laptelui
Prolactina (PRL)	Glanda mamară	Stimulează producerea laptelui după naștere
Hormonul foliculo-stimulant (FSH)	Foliculul ovarian și tubii seminiferi testiculari	Stimulează creșterea foliculilor și a tubilor
Hormonul luteinizant (LH)	Corpul galben (luteal) ovarian și celulele interstițiale din testicul	Stimulează formarea corpului galben (luteal) din folicul; stimulează producția de progesteron în ovare și de testosteron în testicule
Hormonul melanocito-stimulator (MSH)	Melanocitele cutanate	Controlează pigmentarea pielii
Lobul posterior:		
***Vasopresina** sau **hormonul antidiuretic** (ADH)	Mușchii netezi, în special cei ai arteriolelor, și tubii renali	Provoacă vasoconstricție, crescând astfel presiunea sanguină; stimulează reabsorbția apei în rinichi
***Oxitocina**	Uterul și ductele din glanda mamară	Stimulează contracția uterului, dacă aceasta este inițiată de hormonii ovarieni; stimulează ejecția laptelui de către glanda mamară

*hormoni produși de hipotalamus și eliberați de către neurohipofiză.

GLANDA TIROIDĂ

Glanda tiroidă este situată în țesuturile moi ale gâtului, în fața laringelui. Este compusă din doi lobi laterali interconectați prin intermediul unei benzi de țesut numită istm. Vârful fiecărui lob se situează lateral de treimea inferioară a cartilajului tiroidian al laringelui, iar baza se află lateral față de porțiunea superioară a traheei. Unitatea funcțională a glandei tiroide este reprezentată de foliculul tiroidian (Figura 13.4).

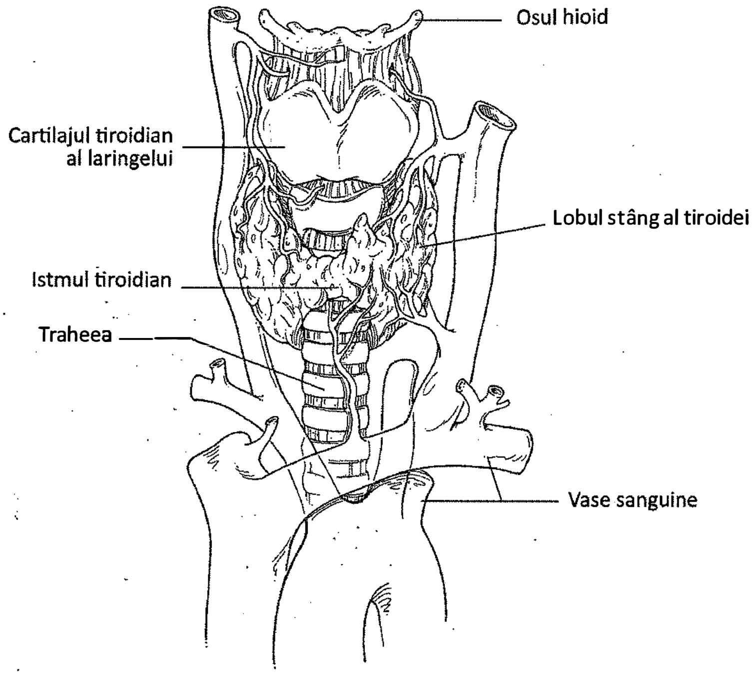


FIGURA 13.4 Glanda tiroidă, fața anterioară. Cei doi lobi laterali sunt uniți printr-un istm.

Glanda tiroidă secretă trei hormoni principali: tiroxina, triiodotironina și calcitonina. **Tiroxina** (T4) și **triiodotironina** (T3) accelerează rata metabolismului celular. La tineri, ei reglează creșterea și stimulează maturarea sistemului nervos. Sinteza acestor hormoni este reglată de hormonul stimulator tiroidian (TSH), secretat de către adenohipofiză.

Hormonii tiroidieni accelerează rata metabolismului celular în tot organismul. Ei stimulează activitatea enzimelor asociate cu metabolismul glucozei și, prin urmare, cresc rata metabolismului bazal, la fel ca și cantitatea de oxigen consumată de către celule și cantitatea de căldură produsă. Acești hormoni stimulează și creșterea numărului de receptori din vasele sanguine, având un rol în menținerea presiunii sanguine.

TABELUL 13.3 PRINCIPALII HORMONI DIN ORGANISMUL UMAN

Glanda	Localizare	Produși	Organe țintă sau funcție
Hipofiza	Partea inferioară a encefalului	Vezi Tabelul 13.2	Vezi Tabelul 13.2
Tiroida	Anterior și inferior față de laringe	Tiroxină Triiodotironină Calcitonină	Celulele din toate țesuturile organismului Crește rapid depunerea de calciu în oase și scade concentrația sanguină a calciului
Paratiroida	Pe suprafața posterioară a glandei tiroide	Parathormon	Reglează activitatea osteoclastelor, crescând concentrația calciului în sânge
Pancreasul (insulele Langerhans)	În cavitatea abdominală, posterior de stomac		
celulele beta		Insulină	Facilitează pătrunderea glucozei în celule, în special la nivel hepatic
celulele alfa		Glucagon	Facilitează degradarea glicogenului în ficat și eliberarea glucozei în sânge
Suprarenala	Polul superior al rinichiului		
zona medulară	Zonă internă a glandei, origine nervoasă	Adrenalină Noradrenalină	Acționează în reacțiile de urgență („fight or flight")
zona corticală	Zonă periferică a glandei	Glucocorticoizi	Reglează metabolismul glucidelor și al proteinelor
		Mineralocorticoizi	Reglează echilibrul sodiului și al electroliților
		Hormoni sexuali	Influențează hormonii sexuali secundari
Epifiza	În mezencefal, pe peretele superior al ventriculului III	Melatonină	Organele reproducătoare, în special ovarele

Pentru ca tiroida să poată produce tiroxină și triiodotironină este necesar aportul alimentar de **iod**. Dacă iodul este indisponibil, tiroida crește în dimensiuni. Această creștere în dimensiuni se numește **gușă**. Suplimentarea iodului alimentar ameliorează această afecțiune.

Hiposecreția de tiroxină la copii are ca rezultat **cretinismul**. Simptomele cretinismului includ creșterea deficitară, trăsături faciale îngroșate, creștere osoasă anormală, retard mental și letargie generală. Tratamentul în cretinism este reprezentat de hormonoterapia

cu tiroxină. La adulți secreția insuficientă de tiroxină duce la **mixedem**. Simptomele acestei boli includ creșterea în greutate, ritm cardiac lent, rată metabolică redusă, lipsă de energie și o stare de slăbiciune generalizată. Un exces de tiroxină și triiodotironină duce la **boala Graves** (gușa exoftalmică). Printre simptome se numără pierderea în greutate, accelerarea pulsului, creșterea apetitului și creșterea ratei metabolice. Uneori, se observă exoftalmie (globi oculari proeminenți).

Cel de-al treilea hormon tiroidian este **calcitonina** (Tabelul 13.3). Calcitonina reglează nivelul de calciu din sânge și este antagonistul parathormonului secretat de glanda paratiroidă. Calcitonina scade nivelul calciului în sânge și crește depunerea acestuia în oase, pe când parathormonul are efecte inverse.

GLANDELE PARATIROIDE

Glandele paratiroide sunt reprezentate de patru mici mase de țesut glandular localizate pe fața posterioară a glandei tiroide. Fiecare dintre ele are aproximativ mărimea unui bob de mazăre (Figura 13.5). Ele secretă **parathormonul (PTH)** sau hormonul paratiroidian. Parathormonul crește nivelul de calciu din sânge. El are acțiune antagonistă față de calcitonină, crescând resorbția calciului din oase prin stimularea activității osteoclastelor. De asemenea, el influențează reabsorbția calciului în tubii renali și la nivelul mucoasei intestinale.

Parathormonul stimulează activarea renală a vitaminei D, care va regla apoi absorbția calciului în intestin. Bolile datorate hipersecreției de parathormon se datorează, în general, unei tumori paratiroidiene. Semnele caracteristice acestor boli sunt deformările și scăderea densității oaselor.

DE REȚINUT
Calcitonina stimulează creșterea osoasă iar parathormonul resorbția osoasă. Ambii hormoni controlează nivelul sanguin al calciului.

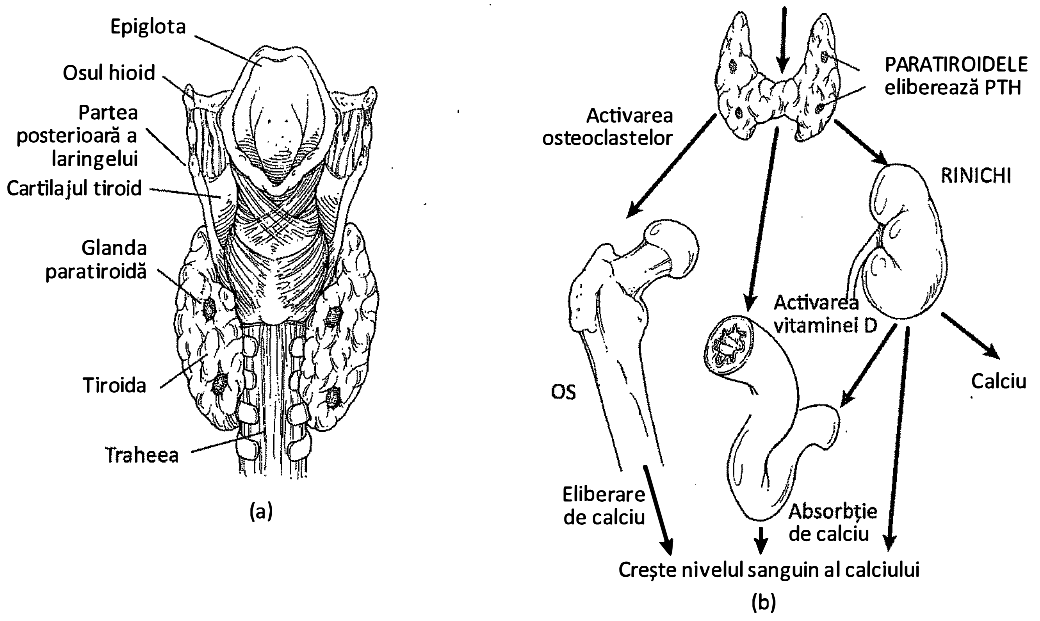


FIGURA 13.5 Glanda paratiroidă și parathormonul. (a) Cele patru glande paratiroide situate pe fața posterioară a tiroidei. (b) Când nivelul sanguin al calciului scade, paratiroidele eliberează parathormonul (PTH). Hormonul crește nivelul sanguin al calciului acționând asupra oaselor, tubilor renali și intestinului.

PANCREASUL

Pancreasul este un organ glandular de dimensiuni mari, cu o formă aplatizată, localizat în cavitatea abdominală, posterior de stomac și de peritoneu (Figura 13.6). Acest organ are atât funcție digestivă cât și funcție endocrină. Funcția digestivă a pancreasului constă în producerea de enzime digestive pancreatice, iar cea endocrină în producerea a doi hormoni principali, insulina și glucagonul. În pancreas există mult mai multe celule ce produc enzime digestive decât celule ce produc hormoni. Acestea din urmă se găsesc în interiorul **insulelor pancreatice** (insulele Langerhans), despre care se spune că sunt „insule" de țesut endocrin într-o „mare" de țesut ce produce enzime digestive.

Insulina este un hormon proteic compus din 51 de aminoacizi asamblați în două lanțuri proteice. Acest hormon acționează în întregul organism, stimulând intrarea moleculelor de glucoză în celule și, astfel, scade nivelul sanguin al glucozei. Insulina este produsă de către **celulele beta** din insulele Langerhans, după ingestia de alimente.

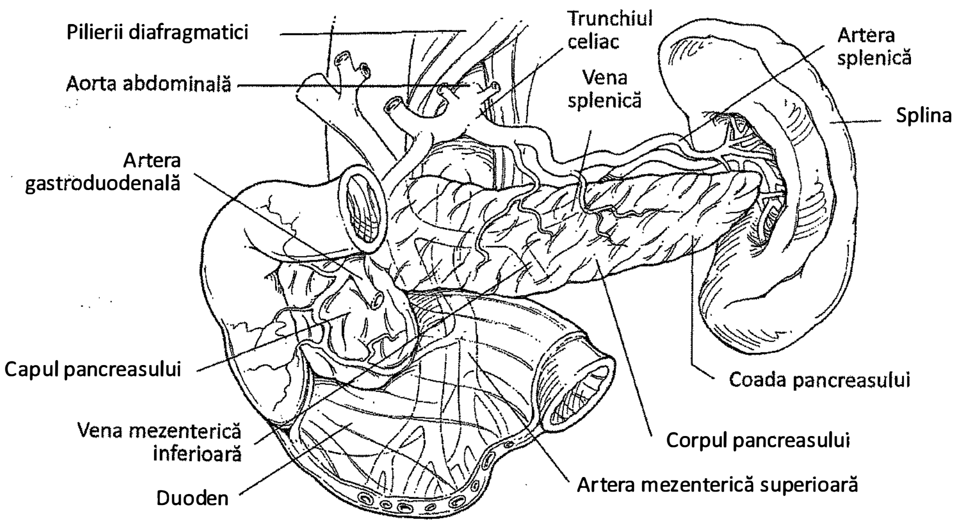


FIGURA 13.6 Pancreasul în poziția sa anatomică în cavitatea abdominală, vedere frontală. Stomacul este ridicat spre stânga pentru a se putea observa pancreasul.

Când celulele beta sunt inactive, organismul este lipsit de insulină, dezvoltându-se o afecțiune numită **diabet zaharat** (tip 1). Un alt tip de diabet (tip 2) apare când celulele din organism dispun de un număr redus de receptori pentru insulină. În ambele tipuri de diabet, în celule nu pătrunde suficientă glucoză pentru un metabolism normal, rezultatul fiind lipsa de energie la nivelul întregului organism și o stare de oboseală. Rinichiul permite eliminarea glucozei aflate în exces în sânge, prin urină. Astfel, concentrația glucozei în urină crește, iar rinichii elimină multă apă pentru a o dilua. Prin urmare, o persoană diabetică va urina frecvent și va suferi de o senzație excesivă de sete.

Cel de-al doilea hormon pancreatic este **glucagonul** (Figura13.7). Glucagonul este produs de **celulele alfa** din insulele Langerhans în lipsa aportului alimentar. Glucagonul stimulează degradarea glicogenului (glicogenoliză) la nivelul ficatului. Acest proces are ca rezultat molecule de glucoză, care sunt eliberate în sânge. Astfel, glucagonul crește nivelul sanguin al glucozei, pe când insulina îl scade. Glucagonul promovează și gluconeogeneza, ce reprezintă formarea glucozei din aminoacizi și molecule lipidice acide. Efectul acestui proces este îndepărtarea aminoacizilor din sânge.

DE REȚINUT
Insulina este eliberată postprandial și stimulează pătrunderea glucozei în celule. Glucagonul este eliberat în condiții de înfometare și crește nivelul sanguin al glucozei.

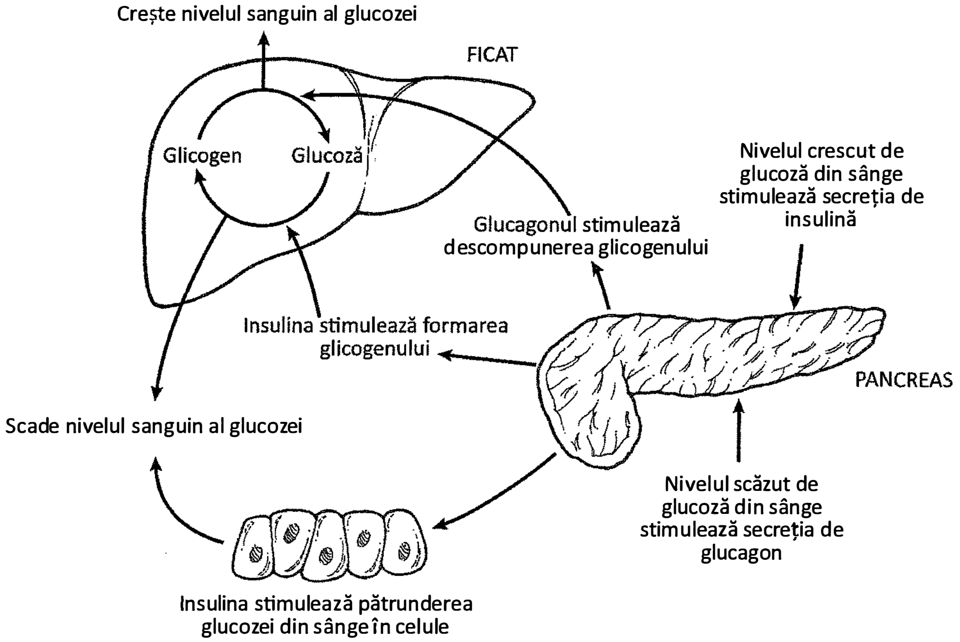


FIGURA 13.7 Efectele antagoniste ale insulinei și ale glucagonului, cei doi hormoni pancreatici. Când nivelul sanguin al glucozei este ridicat, insulina stimulează celulele organismului și ficatul să îndepărteze glucoza din sânge. Un nivel scăzut al glucozei în sânge declanșează eliberarea glucagonului, care stimulează ficatul să crească nivelul glucozei în sânge.

GLANDELE SUPRARENALE

Glandele suprarenale sunt glande pereche localizate la polul superior al rinichilor. Fiecare glandă suprarenală are două porțiuni: **medulara**, în centru și **corticala**, la periferie (la exterior). Medulara secretă hormoni cu acțiune complementară cu cea a sistemului nervos simpatic, iar corticala secretă hormoni ce contribuie la reglarea echilibrului mineral și energetic, și a funcțiilor reproducătoare ale organismului.

Hormonii zonei corticale sunt denumiți glucocorticoizi și mineralocorticoizi. **Mineralocorticoizii** au ca reprezentant **aldosteronul** (Figura 13.8). Acești hormoni reglează

concentrația de electroliți, în special sodiu și potasiu, din sânge și fluidele corporale. La rândul ei, secreția de mineralocorticoizi este reglată de către concentrația sanguină a electroliților. **Glucocorticoizii** au efecte asupra metabolismului carbohidraților, proteinelor și lipidelor. În același timp, ei stimulează vasoconstricția și au rol antiinflamator. Unul din cei mai importanți glucocorticoizi este **cortizolul**. Secreția glucocorticoizilor este reglată de către hormonul adrenocorticotrop (ACTH) din adenohipofiză printr-un mecanism de feedback negativ.

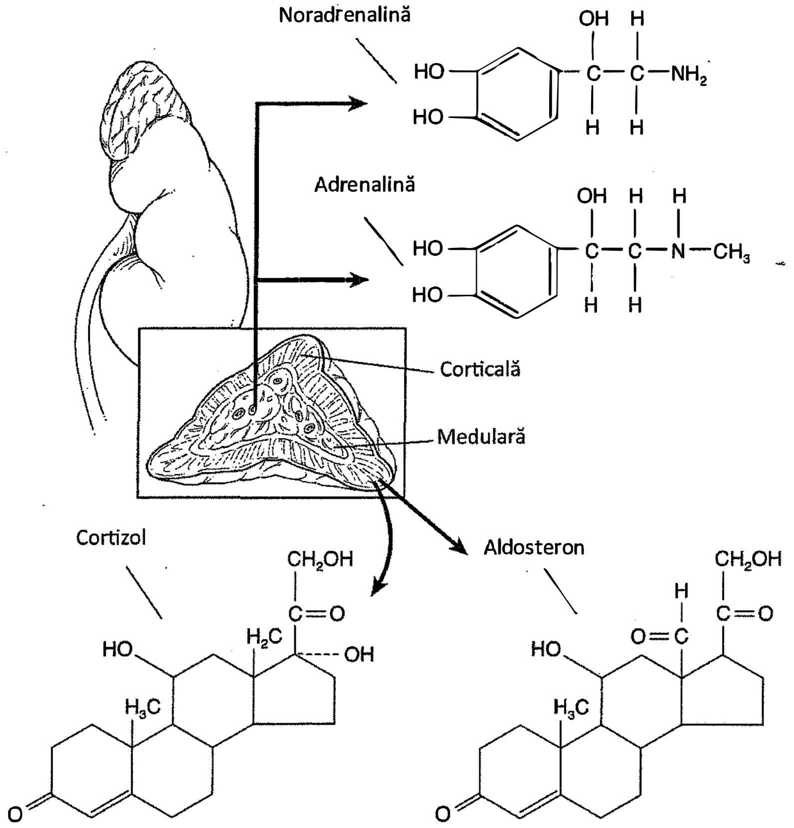


FIGURA 13.8 Glanda suprarenală în poziție anatomică, deasupra rinichiului, cele două regiuni ale glandei și hormonii reprezentativi pentru fiecare regiune. Cortizolul și aldosteronul sunt hormoni steroizi, cu o configurație moleculară tipică pentru aceștia.

Corticala glandelor suprarenale produce și **hormoni steroizi**, care influențează caracterele sexuale. Acești hormoni suplimentează cantitatea, mult mai mare, de hormoni sexuali produși de către gonade.

Medulara glandei suprarenale secretă o serie de hormoni aminici denumiți **catecolamine**, ce includ **adrenalina (epinefrina)** și **noradrenalina (norepinefrina)**. Ambii hormoni pregătesc organismul pentru efort fizic intens și reacția „fight or flight". În acest sens, ambii hormoni acționează împreună cu sistemul nervos simpatic.

Hipo- sau hipersecreția de hormoni corticali provoacă diverse boli. **Boala Addison,** care apare în urma hiposecreției de glucocorticoizi și mineralocorticoizi, este însoțită de

un dezechilibru al sodiului și al potasiului, un ten închis la culoare, deshidratare, hipotensiune și o stare generală de slăbiciune. Hipersecreția de glucocorticoizi are ca rezultat **sindromul Cushing**, care este însoțit de umflarea feței, hipertensiune și slăbiciune musculară generalizată.

ALTE GLANDE ENDOCRINE

Sistemul endocrin include și ovarele și testiculele. În **ovare**, celulele foliculare secretă estrogeni și progesteron (hormoni feminini), care influențează dezvoltarea caracterelor sexuale secundare feminine (Capitolul 23). La bărbați, **testiculele** secretă testosteron și alți androgeni (hormoni masculini), care influențează caracterele sexuale secundare masculine (Capitolul 22).

O altă glandă endocrină este **epifiza** (glanda pineală), o glandă mică situată în mezencefal, pe peretele superior al ventriculului III. Epifiza este legată de talamus și secretă un hormon numit **melatonină**. Se crede că melatonina reglează secreția altor hormoni și că poate influența ciclul zi-noapte (ritmul nictemeral).

Timusul este un organ localizat în mediastinul superior, înapoia sternului (Figura 13.9). El secretă **timozine**, o serie de hormoni implicați în maturarea și dezvoltarea limfocitelor T, care fac parte din sistemul imunitar al organismului (Capitolul 16). Timusul este bine dezvoltat la făt și nou-născut, dar dimensiunile sale scad cu vârsta.

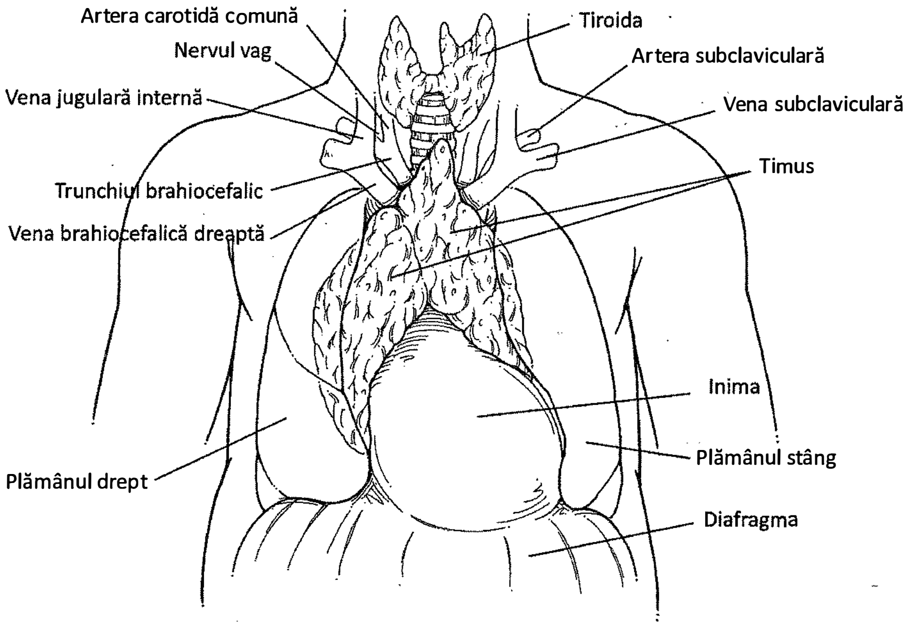
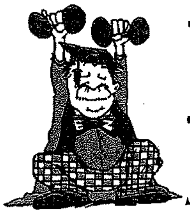


FIGURA 13.9 Timusul în poziție anatomică, în interiorul toracelui unui copil. Glanda scade în dimensiuni cu vârsta, fiind abia vizibilă la adolescenți.

În epiteliul care tapetează stomacul și intestinul subțire se găsesc câteva **celule endocrine digestive**. Aceste celule secretă gastrină, secretină și alți hormoni implicați în procesele digestive (Capitolul 18).

În anumite organe precum ficatul, rinichiul, inima și plămânii, există celule endocrine ce secretă cantități extrem de mici de hormoni non-steroizi, denumiți **prostaglandine**. Prostaglandinele au diverse efecte asupra țesuturilor, ca de exemplu contracția țesutului muscular neted.

Celulele **rinichiului** produc un hormon numit **eritropoetină**, care stimulează sinteza hematiilor în măduva osoasă roșie.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect glandele endocrine.

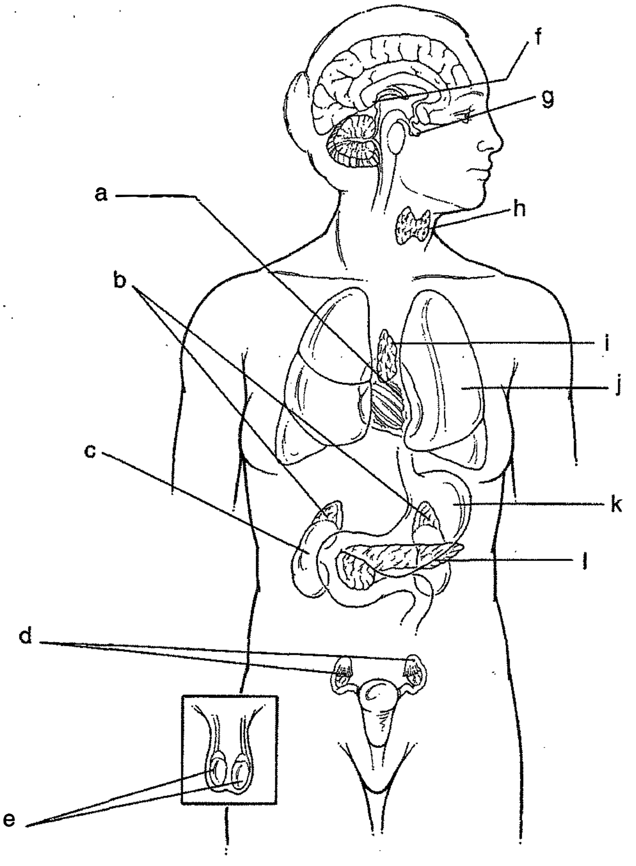


FIGURA 13.10

__ 1. glandele suprarenale
__ 2. inima
__ 3. rinichiul
__ 4. plămânul
__ 5. ovarele
__ 6. pancreasul
__ 7. epifiza
__ 8. hipofiza
__ 9. stomacul
__10. testiculele
__11. timusul
__12. tiroida

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Glandele endocrine produc ________________.
2. Hormonii steroizi sunt molecule de lipide sintetizate din ________________.
3. Toți hormonii sunt transportați în organism de către ______________.
4. Estrogenii, progesteronul și cortizolul sunt exemple de ________________.
5. Interacțiunea hormonilor non-steroizi cu celulele poate induce activarea unei enzime numită ______________.
6. Hipofiza este situată într-o depresiune a osului sfenoid numită ________________.
7. Hormonii eliberați de către neurohipofiză sunt produși de o regiune a encefalului numită ______________.
8. Un alt nume al lobului anterior al hipofizei este ______________.
9. Secreția excesivă de hormon de creștere în copilărie duce la ______________.
10. Tiroida este situată în țesuturile moi ale ______________.
11. Pentru a se putea produce tiroxină, alimentația trebuie să conțină ______________.
12. Secreția insuficientă de tiroxină la copii poate provoca o boală numită ______________.
13. Un exces de tiroxină poate provoca o afecțiune numită ________________.
14. Hormonul TSH este secretat de către hipofiză și acționează asupra ________________.
15. Hormonul ce acționează asupra glandelor mamare, stimulând secreția lactată, se numește ______________.
16. Unul dintre hormonii neurohipofizari stimulează reabsorbția apei din tubii renali și se numește ______________.
17. Hormonul al cărui organ țintă este uterul, unde produce contracții, se numește ________________.
18. În absența iodului alimentar, glanda tiroidă crește în dimensiuni, apărând o afecțiune numită ________________.
19. Glandele paratiroide sunt situate pe partea posterioară a ________________.
20. Parathormonul, secretat de către paratiroide, reglează nivelul de ________________.

21. Hormonul secretat de tiroidă, care reglează nivelul de calciu, se numește _______________.

22. Organul glandular de mari dimensiuni, localizat în cavitatea abdominală, care are atât funcție endocrină cât și funcție exocrină, se numește _____________.

23. Diabetul zaharat este o afecțiune în care pancreasul produce o cantitate insuficientă de _____________.

24. Insulina stimulează pătrunderea în celule a ____________.

25. În lipsa aportului alimentar, pancreasul produce _____________.

26. Insulina este produsă de celulele pancreatice numite _____________.

27. Glandele suprarenale se găsesc pe polul superior al ______________.

28. Partea externă a glandelor suprarenale se numește _____________.

29. Aldosteronul este un exemplu de hormoni suprarenali numiți ________________.

30. Metabolismul carbohidraților, al proteinelor și al lipidelor este reglat de hormoni secretați în corticala suprarenalelor și denumiți ________________.

31. Activitatea glandelor suprarenale este controlată de un hormon adenohipofizar prescurtat _____________.

32. O secreție insuficientă de hormoni în corticala suprarenalelor poate avea ca efect o boală numită _____________.

33. Un alt nume al hormonului paratiroidian este ________________.

34. Insulina este alcătuită exclusiv din _____________.

35. Funcția glucagonului este stimularea degradării glucidei numite ____________.

36. Partea internă a glandei suprarenale se numește _____________.

37. Concentrația de electroliți din organism este reglată de hormonii secretați de suprarenală, numiți ________________.

38. Un important hormon secretat în medulara suprarenalei, care are rol în reacția „fight or flight", este ______________.

39. Secreția excesivă de glucocorticoizi de către corticala suprarenalei poate duce la ________________.

40. Ovarele secretă estrogeni și __________________.

41. Glanda endocrină de mici dimensiuni, localizată în mezencefal, care secretă melatonina, se numește ____________.

42. Timusul joacă un rol important în dezvoltarea globulelor albe sanguine numite ______________.

43. Numeroase celule, aflate în diverse organe, secretă hormoni lipidici non-steroizi numiți ______________.

44. Eritropoetina stimulează producerea de ___________.

45. Hormonii ovarieni influențează caracterele sexuale secundare ______________.

46. Hormonul despre care se crede că reglează ciclul zi-noapte se numește ______________.

47. Hormonii sexuali feminini sunt progesteronul și ______________.

48. Epifiza este localizată în ____________.

49. Maturarea și dezvoltarea limfocitelor T este controlată de hormoni numiți ______________.

50. Gastrina și secretina sunt implicate în procesul de ____________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații.*

1. Produșii glandelor endocrine sunt
   A. hormoni
   B. enzime
   C. minerale
   D. ioni

2. Hormonii pot fi alcătuiți din următoarele substanțe, *cu excepția*
   A. steroizilor
   B. proteinelor
   C. glucidelor
   D. aminelor

3. Hipofiza este localizată
   A. în cavitatea abdominală
   B. în partea inferioară a encefalului
   C. de-a lungul arterei femurale
   D. în țesuturile moi ale gâtului

4. Următorii hormoni sunt produși de către lobul anterior al hipofizei, *cu excepția*
   A. STH-ului
   B. TSH-ului
   C. prolactinei
   D. insulinei

5. Secreția excesivă de STH la adulți poate avea ca rezultat o afecțiune numită
   A. diabet zaharat
   B. acromegalie
   C. boala Addison
   D. boala Cushing

6. Neurohipofiza este un alt nume al
   A. lobului posterior al hipofizei
   B. medularei rinichiului
   C. foliculilor ce secretă estrogeni
   D. placentei

7. În organismul femeilor, hormonul luteinizant
   A. stimulează producerea de TSH
   B. reglează metabolismul mineral
   C. stimulează contracțiile uterine
   D. stimulează secreția de progesteron

8. Organul țintă pentru ACTH este
   A. timusul
   B. medulara suprarenalei
   C. corticala suprarenalei
   D. celula beta din pancreas

9. Hormonul care stimulează contracțiile uterine este
   A. insulina
   B. ADH
   C. glucagonul
   D. oxitocina

10. Glanda tiroidă este localizată în
    A. interiorul encefalului
    B. cavitatea abdominală inferioară
    C. apropierea laringelui
    D. spatele splinei

11. Pentru ca tiroida să poată produce tiroxină
    A. trebuie să aibă la dispoziție iod
    B. trebuie să aibă la dispoziție molecule de glucide
    C. nivelul de calciu trebuie să fie scăzut
    D. nivelul de fier trebuie să fie scăzut

12. Simptomele cretinismului includ
    A. urinare excesivă și sete
    B. dezechilibru de electroliți
    C. creștere întârziată și trăsături faciale îngroșate
    D. scăderea absorbției de calciu în tractul digestiv

13. Boala Graves poate apărea ca rezultat al excesului de
    A. calciu în sânge
    B. tiroxină în sânge
    C. catecolamine în căile respiratorii
    D. glucagon în pancreas

14. Atât calcitonina, cât și parathormonul, controlează nivelul de
    A. hormoni hipofizari în sânge
    B. glucoză în sânge
    C. timozine în sânge
    D. calciu în sânge

15. Simptomele diabetului zaharat pot include următoarele, *cu excepția*
    A. urinări frecvente
    B. sete excesivă
    C. conținut ridicat de glucoză al urinei
    D. absorbție anormală de minerale

16. Hormonul antagonist al insulinei este
    A. FSH-ul
    B. glucagonul
    C. vasopresina
    D. estrogenul

17. Glandele paratiroide sunt localizate în apropierea
    A. pancreasului
    B. cavității abdominale inferioare
    C. encefalului
    D. laringelui

18. La pacienții cu diabet zaharat
    A. nu pătrunde suficientă glucoză în celule
    B. medulara suprarenalei este lezată
    C. placenta nu produce progesteron
    D. hipotalamusul este nefuncțional

19. Glanda cu funcție exocrină și endocrină aflată în cavitatea abdominală este
    A. epifiza
    B. timusul
    C. pancreasul
    D. tiroida

20. Cele două părți ale suprarenalei sunt
    A. medulară și corticală
    B. exocrină și endocrină
    C. renală și subrenală
    D. anterioară și posterioară

21. Hormonii medularei suprarenaliene acționează complementar cu
    A. sistemul nervos senzorial
    B. sistemul nervos central
    C. sistemul nervos simpatic
    D. sistemul nervos extern

22. Concentrația ionilor de sodiu și potasiu din sânge și din fluidele corpului este reglată de hormoni numiți
    A. glucocorticoizi
    B. androgeni
    C. hormoni adrenergici
    D. mineralocorticoizi

23. Hormonii care influențează caracterele sexuale secundare pot fi produși de
    A. pancreas și epifiză
    B. tiroidă și paratiroidă
    C. timus și hipofiză
    D. corticala suprarenalei și organele reproducătoare

24. Melatonina este secretată de
    A. pancreas
    B. timus
    C. epifiză
    D. hipofiză

25. Funcționarea corectă a sistemului imunitar depinde parțial de activitatea
    A. tiroidei
    B. timusului
    C. paratiroidei
    D. suprarenalei

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul* subliniat *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Gastrina și secretina sunt secretate în epiteliul ce căptușește stomacul și rinichiul.

2. Glanda endocrină de mici dimensiuni localizată în centrul encefalului se numește epifiză.

3. Dezvoltarea limfocitelor T este reglată de hormoni denumiți mineralocorticoizi.

4. Caracterele sexuale secundare masculine sunt influențate de hormonii androgeni.

5. Celulele beta ale pancreasului secretă glucagon.

6. Parathormonul are o activitate antagonistă cu a calcitoninei.

7. Suprarenala este localizată într-un pliu al mezenterului.

8. Tiroxina și triiodotironina cresc rata metabolismului organismului.
9. Contracțiile uterine pot fi stimulate de hormonul numit vasopresină.
10. ACTH-ul este produs de glanda suprarenală și reglează activitatea corticalei suprarenalei.
11. Hormonii ce reglează activitatea altor glande endocrine se numesc hormoni steroizi.
12. Hipofiza anterioară primește și stochează hormoni proveniți din hipotalamus.
13. Mărirea tiroidei ca urmare a lipsei de iod este denumită gușă.
14. Secreția insuficientă de tiroxină la adulți are ca rezultat o afecțiune numită mixedem.
15. Insulina este un hormon cu structură glucidică.
16. Aldosteronul este un exemplu de glucocorticoid.
17. Adrenalina și insulina sunt două catecolamine importante.
18. O secreție insuficientă de hormoni în corticala suprarenalei poate avea ca rezultat boala Cushing.
19. Multe celule din organism produc hormoni lipidici non-steroizi numiți prostaglandine.
20. Maturarea hematiilor este controlată de melatonină.
21. Hipofiza este situată într-o depresiune a osului etmoid.
22. Un alt nume al hormonului de creștere este hormonul somatotrop.
23. Prolactina stimulează secreția de urină.
24. Timusul este situat în țesuturile piciorului.
25. Glucagonul și insulina sunt hormoni produși de către pancreas.

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Henry are 8 ani și înălțimea de peste 1,80 m. De câtva timp, el se plânge și de tulburări de vedere și de dureri de cap. Radiografiile efectuate demonstrează prezența unei tumori hipofizare de mari dimensiuni. Care dintre celulele hipofizare este cel mai probabil să se afle la originea tumorii? Cum se numește această boală? Cum se explică tulburările de vedere și durerile de cap?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 13.10

1. b
2. a
3. c
4. j
5. d
6. l
7. f
8. g
9. k
10. e
11. i
12. h

SECȚIUNEA B – Completare

1. hormoni
2. colesterol
3. sânge
4. hormoni steroizi
5. adenilat ciclază
6. sella turcica
7. hipotalamus
8. adenohipofiza
9. gigantism
10. gâtului
11. iod
12. cretinism
13. boala Graves
14. tiroidei
15. prolactină
16. hormonul antidiuretic
17. oxitocină
18. gușă
19. tiroidei
20. calciu
21. calcitonină
22. pancreas
23. insulină
24. glucozei
25. glucagon
26. celule beta
27. rinichiului
28. corticală
29. mineralocorticoizi
30. glucocorticoizi
31. ACTH
32. boala Addison
33. parathormonul
34. proteine (aminoacizi)
35. glicogen
36. medulară
37. mineralocorticoizi
38. adrenalina
39. sindromul Cushing
40. progesteron
41. epifiză
42. limfocite T
43. prostaglandine
44. hematii
45. feminine
46. melatonină
47. estrogenul
48. mezencefal
49. timozine
50. digestie

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

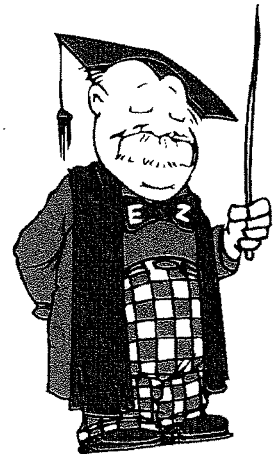
1. A	6. A	11. A	16. B	21. C
2. C	7. D	12. C	17. D	22. D
3. B	8. C	13. B	18. A	23. D
4. D	9. D	14. D	19. C	24. C
5. B	10. C	15. D	20. A	25. B

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. intestinul subțire
2. A
3. timozine
4. A
5. alfa
6. A
7. pancreasul
8. A
9. oxitocină
10. adenohipofiză
11. tropi
12. posterioară
13. A
14. A
15. proteică (aminoacizi)
16. mineralocorticoid
17. noradrenalina
18. Addison
19. A
20. eritropoetină
21. sfenoid
22. A
23. lapte
24. toracelui
25. A

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Henry suferă de gigantism, celulele sale somatotrope producând prea mult hormon de creștere. Tumora comprimă nervul optic la nivelul chiasmei optice, provocând astfel tulburări de vedere și dureri de cap.



14

Sângele

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie sângele şi funcţiile sale. Parcurgând acest capitol, veţi învăța să:

- identificaţi funcţiile sângelui;
- prezentaţi succint compoziţia sângelui;
- deosebiți sângele, plasma şi serul;
- asociaţi proteinele plasmatice cu funcţiile lor;
- caracterizaţi globulele roşii şi componentele lor;
- detaliaţi eritropoieza şi controlul acesteia;
- detaliaţi timpul de viaţă al globulelor roşii, degradarea/reciclarea hemoglobinei şi eliminarea produşilor săi de metabolism;
- deosebiţi diferitele tulburări ale globulelor roşii;
- identificaţi caracteristicile grupelor de sânge, în relație cu posibilităţile de transfuzie şi cu problemele legate de sarcină;
- deosebiţi globulele albe şi funcţiile lor;
- identificaţi circumstanțele asociate cu un număr anormal de leucocite;
- caracterizaţi plachetele sanguine şi funcţiile lor;
- rezumaţi procesul de coagulare, asociind factorii implicaţi cu funcţiile lor;
- distingeți diferitele tulburări ale hemostazei;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sângele este unul dintre ţesuturile conjunctive ale organismului. Sângele transportă oxigenul de la plămâni la celule şi dioxidul de carbon rezultat din metabolismul celular la plămâni. Celulele sanguine protejează organismul de boli, prin recunoaşterea şi distrugerea microorganismelor şi a moleculelor străine din fluxul sanguin. Unele componente ale sângelui transportă produşii de metabolism de la celule la rinichi; altele transportă nutrienţi de la nivelul tractului digestiv la celule, sau hormoni în întreg organismul.

Sângele conţine **elemente figurate** precum globule roşii, globule albe şi fragmente celulare (plachete), suspendate într-un fluid apos, de culoare gălbuie, numit **plasmă** (Figura 14.1). La o persoană cu greutate medie, sângele reprezintă aproximativ 8% din greutatea corporală. Sângele este mai vâscos decât apa şi în mod normal are un pH cuprins între 7,35 şi 7,45.

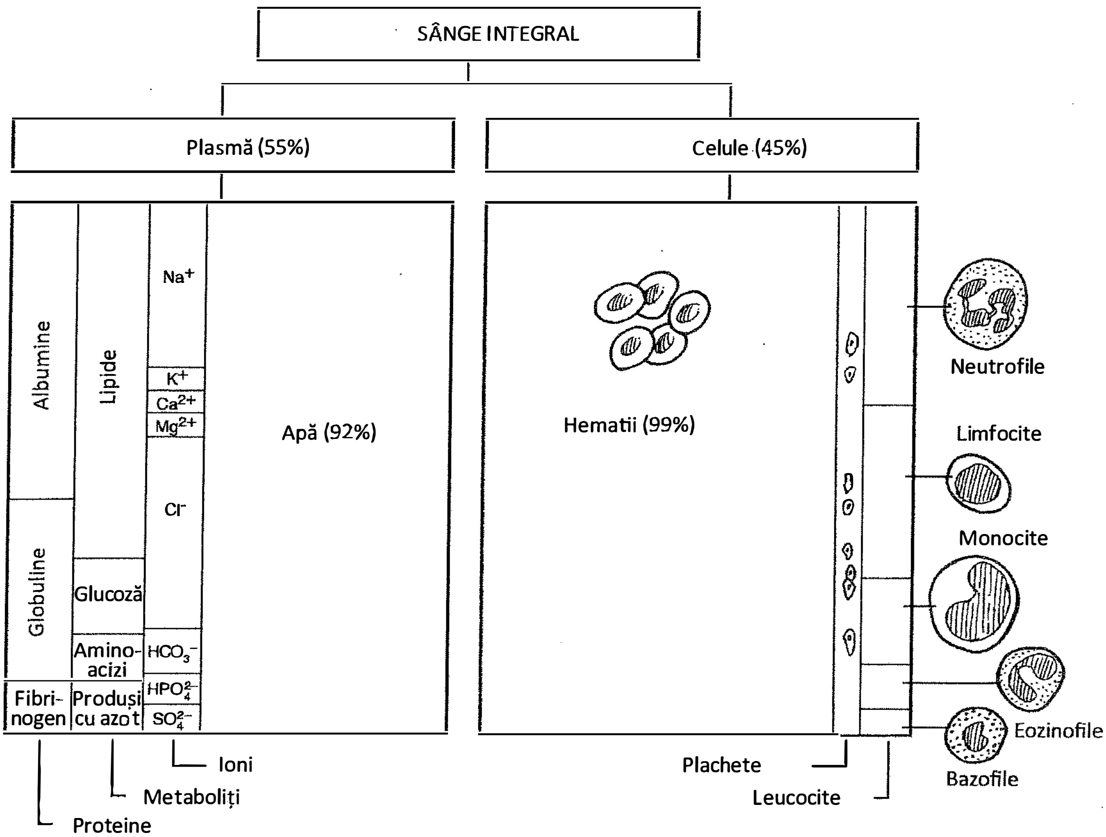


FIGURA 14.1 Compoziţia sângelui uman. Cele două componente majore ale sângelui integral sunt plasma şi elementele figurate. Plasma conţine apă şi numeroase substanţe dizolvate, inclusiv proteine, metaboliţi (nutrienţi şi produşi de metabolism) şi ioni. Cea mai mare parte a elementelor figurate este constituită din globule roşii.

PLASMA

Plasma reprezintă partea fluidă a sângelui. Ea conţine aproximativ 92% apă, 7% proteine şi 1% ioni ca sodiu, calciu, bicarbonat, clor şi potasiu. Plasma conţine, de asemenea, produşi de degradare rezultaţi din metabolismul celular, precum şi hormoni, nutrienţi, gaze dizolvate şi proteine cu rol în coagulare. După coagularea sângelui şi consumarea proteinelor de coagulare din plasmă, rămâne un fluid care se numeşte **ser**. Serul este de obicei folosit pentru studii imunologice şi ca sursă de anticorpi pentru terapia imună.

PROTEINELE PLASMATICE

Proteinele plasmatice sunt de trei tipuri: albumine, globuline şi fibrinogen (Tabelul 14.1 prezintă, pe scurt, aceste proteine şi alte componente ale sângelui). **Albuminele** menţin presiunea osmotică a sângelui şi contribuie la vâscozitatea acestuia. Ele sunt parţial responsabile pentru menţinerea unui anumit pH sanguin. Albuminele transportă, de asemenea, acizi graşi şi hormoni.

Globulinele reprezintă aproximativ 40% din totalul proteinelor plasmatice. Un grup de globuline numit **gama globuline** sunt molecule de anticorpi produse de către sistemul imun ca parte a răspunsului imun. Aceste molecule se combină în mod specific cu substanţele care au stimulat formarea lor (antigene); ele reprezintă un mecanism primar al apărării organismului. Alte globuline, cunoscute ca alfa şi beta globuline, leagă hormoni, vitamine şi alte substanţe din fluxul sanguin pentru a le transporta.

DE REȚINUT
Plasma se deosebește de ser prin faptul că serul nu conține proteine.

Aproximativ 7% din proteinele plasmatice sunt reprezentate de un produs al ficatului numit **fibrinogen**. Împreună cu alte proteine, fibrinogenul este implicat în procesul de coagulare, proces ce va fi discutat ulterior în acest capitol.

Proteinele plasmatice rămân în general în fluxul sanguin, deoarece ele nu pot traversa cu uşurinţă pereţii capilarelor sanguine. În circulaţie, ele favorizează osmoza moleculelor de apă din fluidele tisulare în fluxul sanguin (Capitolul 21).

TABELUL 14.1 COMPONENTELE MAJORE ALE SÂNGELUI

Componente	Exemple
Apă	
Ioni	Sodiu, potasiu, calciu, magneziu, clor, bicarbonat
Proteine plasmatice	Albumine, globuline, fibrinogen
Celule sanguine (Elemente figurate)	Globule albe, globule roșii, plachete
Substanțe transportate în sânge	Zaharuri, aminoacizi, acizi grași, glicerol, hormoni, compuși azotați de degradare, dioxid de carbon, oxigen

GLOBULELE ROȘII

Globulele roşii mai sunt cunoscute şi sub numele de hematii sau **eritrocite**. Rolul lor principal în organism este să transporte oxigenul, funcţie realizată de un pigment, numit **hemoglobină**, conţinut în citoplasma lor. Globulele roşii nu sunt celule adevărate, deoarece au o organizare internă redusă, nu au nucleu sau organite. Ele sunt pur şi simplu nişte saci plini cu hemoglobină, şi din acest motiv sunt uneori numite **corpusculi roşii**. Totuşi, ne vom referi la ele ca fiind celule, deoarece în mod tradiţional au fost denumite astfel.

MORFOLOGIE, NUMĂR ŞI PRODUCERE

Un bărbat adult are aproximativ 5,4 milioane de globule roşii pe microlitru (milimetru cub) de sânge. O femeie are aproximativ 4,8 milioane pe milimetru cub de sânge. Fiecare hematie este un disc biconcav (mai subţire în centru decât la margini), flexibil, ale cărui dimensiuni sunt prezentate în Figura 14.2.

O modalitate simplă de a determina proporţia lor în sângele integral este centrifugarea într-un tub îngust. Globulele roşii, fiind mai grele datorită conţinutului în fier, se sedimentează în partea de jos a tubului. Procentul de hematii din volumul tubului este hematocritul. Bărbaţii au de obicei un hematocrit mai mare, de aproximativ 47%. Femeile au de obicei un hematocrit mai mic, de aproximativ 42%.

În soluţii mai concentrate, globulele roşii scad în dimensiuni. Acest lucru se întâmplă deoarece, prin osmoză, apa iese din celule în direcţia concentraţiei mai mari de substanţe dizolvate. Acest fapt va duce la micşorarea sau **zbârcirea** globulelor roşii. Când sunt plasate într-o soluţie cu concentraţie mai mică decât cea normală, celulele se vor umfla. Creşterea în volum apare deoarece prin osmoză apa trece rapid în celule, în direcţia concentraţiei mai mare de solvit. Globulele roşii se sparg şi eliberează hemoglobina printr-un proces numit **hemoliză**.

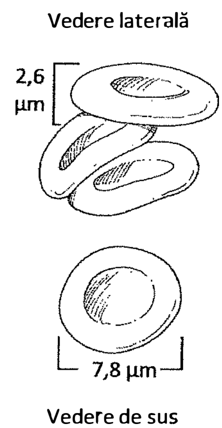


FIGURA 14.2 Globulele roşii (eritrocitele) şi structura lor.

Globulele roşii sunt produse în măduva roşie osoasă. Procesul de formare a globulelor roşii se numeşte **eritropoieză**. Acest proces începe de la nişte celule numite **hemocitoblaşti (celule stem)**. Procesul de formare a globulelor roşii este complex, iar celulele trec prin stadii multiple, înainte să devină globule roşii mature. În acest proces, hemoglobina se acumulează în citoplasmă, iar nucleul, organitele şi alte componente celulare dispar. Globulele roşii mature intră în capilarele măduvei osoase, strecurându-se prin peretele acestora.

Producţia de globule roşii este reglată în parte de hormonul numit **eritropoetină**. Eritropoetina este secretată de celule renale, atunci când acestea nu primesc destul oxigen. Aceasta reprezintă o parte importantă a adaptării organismului la altitudini mari, unde conţinutul de oxigen al aerului este mai mic.

HEMOGLOBINA

Hemoglobina este un pigment de culoare roşie, alcătuit din patru lanţuri polipeptidice, care leagă oxigenul. Două din lanţurile polipeptidice se numesc **lanţuri alfa**, iar celelalte două, **lanţuri beta**. Fiecare lanţ este alcătuit din aproximativ 150 de molecule de aminoacizi.

Fiecare lanţ polipeptidic al moleculei de hemoglobină este ataşat unei grupări hem. Această grupare conţine un atom de fier (Figura 14.3). Moleculele de oxigen se leagă slab de ionul de fier din porţiunea hem a moleculei de hemoglobină, pentru a forma **oxihemoglobina**. Deoarece o moleculă de hemoglobină are patru grupări hem, aceasta poate transporta patru molecule de oxigen. Fluxul oxigenului spre globulele roşii la nivel pulmonar se face prin difuziune. Hemoglobina transportă de asemenea o cantitate mică de dioxid de carbon (cea mai mare parte este transportată sub forma ionilor de bicarbonat, după cum se va vedea în Capitolul 21). Hemoglobina combinată cu dioxid de carbon se numeşte **carbaminohemoglobină**.

DE REŢINUT
Hemul se degradează în biliverdină, apoi în bilirubină şi în final în urobilinogen.

Monoxidul de carbon este un gaz toxic. Moleculele gazului se combină rapid cu ionii de fier ai hemoglobinei şi se leagă puternic de moleculă. Prin ocuparea spaţiului rezervat oxigenului, printr-o legătură mai puternică decât cea cu oxigenul, moleculele de monoxid de carbon reduc cantitatea de oxigen transportată de hemoglobină şi pot cauza moarte prin lipsă de oxigen.

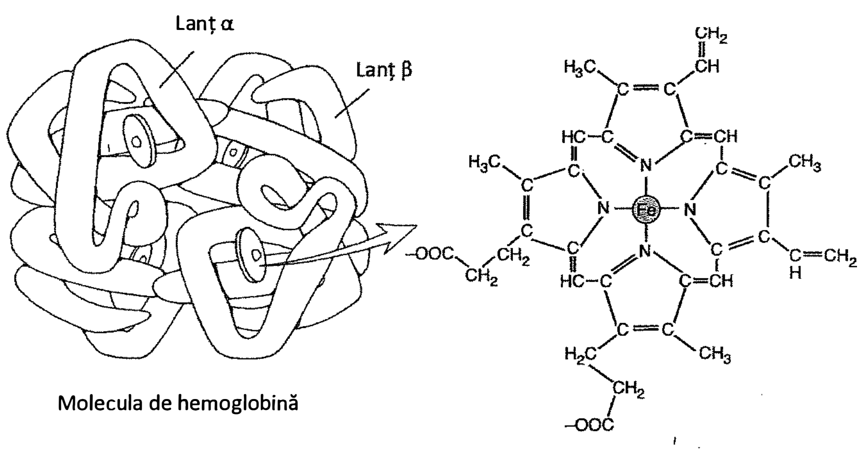


FIGURA 14.3 Molecula de hemoglobină din globulele roşii. Două lanţuri polipeptidice alfa şi două lanţuri polipeptidice beta formează cea mai mare parte a moleculei. O grupare hem este ataşată de fiecare dintre cele patru molecule polipeptidice. Observaţi atomul de fier (Fe) în centrul grupării hem. Molecula de oxigen se leagă la acest nivel.

DISTRUGEREA GLOBULELOR ROŞII

Globulele roşii circulă în sânge aproximativ 120 de zile. Celulele îmbătrânite şi cele deteriorate sunt înghiţite şi distruse de celulele fagocitare (macrofage) în splină, ficat şi măduva osoasă. Lanţurile polipeptidice sunt desfăcute pentru a elibera aminoacizii, care

pot fi refolosiţi pentru noi sinteze proteice; fierul eliberat din hemoglobină este adus în măduva osoasă pentru noi sinteze de hemoglobină; orice exces de fier este stocat în ficat (Capitolul 18).

Restul hemului din hemoglobină este transformat într-un pigment verzui numit **biliverdină**. Mai departe, biliverdina este convertită într-un pigment galben-portocaliu numit **bilirubină**. Bilirubina este transportată de la splină la ficat şi este excretată în bilă. (Capitolul 18). Când bila ajunge în intestin, bacteriile florei intestinale convertesc o parte din bilirubină în **urobilinogen**, care determină culoarea materiilor fecale. O parte din urobilinogen este reabsorbită şi transportată înapoi la ficat şi apoi intră în circulaţia generală. În cele din urmă, acesta ajunge la rinichi, unde determină culoarea urinei. Aceste modificări de culoare pot fi observate la nivelul pielii, urmărind o echimoză care trece prin toate etapele de vindecare.

ANEMIA

Deficitul globulelor roşii din sânge este denumit anemie. Un tip de anemie este **anemia feriprivă**, datorată deficienţei fierului din alimentaţie. Fără fier, organismul nu reuşeşte să sintetizeze hemoglobină, iar capacitatea de transport a oxigenului la celule este redusă. Pacienţii se simt epuizaţi, deoarece producerea de ATP încetineşte în condiţii de lipsă de oxigen.

O altă formă de anemie este **anemia pernicioasă**. Aceasta este datorată lipsei **vitaminei B_{12}** sau deficienţei unei glicoproteine numită **factor intrinsec**, esenţială pentru absorbţia vitaminei B_{12} din alimente. Vitamina B_{12} şi factorul intrinsec sunt ambele necesare pentru maturarea globulelor roşii. Fără aceste substanţe, membranele eritrocitelor imature se rup cu uşurinţă şi nu vor rezista condiţiilor chimice din mediul circulator. Rezultatul este un număr mai mic decât normal de hematii şi, consecutiv, reducerea capacităţii de transport a oxigenului. În anemia pernicioasă globulele roşii sunt mari şi palide.

Două alte forme de anemie sunt anemia aplastică şi siclemia (anemia cu celule în seceră).

Anemia aplastică apare atunci când nu se pot produce globule roşii. Medicamentele, substanţele toxice şi radiaţiile gamma pot cauza astfel de anemii. **Siclemia** apare când hemoglobina conţine un aminoacid nepotrivit în lanţul polipeptidic beta, datorită unui defect al genei care codifică polipeptidul. În condiţii de deficit de oxigen, molecula anormală a hemoglobinei face legături încrucişate cu alte molecule de hemoglobină, dând naştere la cristale lungi. Cristalele deformează celula, determinând-o să ia o formă de seceră (forma literei „C"). Celulele deformate se rup uşor sau sunt blocate la nivelul capilarelor, cauzând obstrucţii.

Un alt tip de anemie este **talasemia**. Aceasta este o afecţiune moştenită, în care organismul nu poate sintetiza corespunzător unul sau mai multe lanţuri polipeptidice din structura hemoglobinei. Aceste globule roşii sunt fragile şi sunt rapid îndepărtate. Fără hemoglobină adecvată, oxigenul nu este transportat corespunzător în organism, iar metabolismul energetic suferă.

GRUPELE SANGUINE

Suprafaţa membranei globulelor roşii conţine una, ambele sau nici una dintre moleculele proteice cunoscute sub numele de **antigene** (Figura 14.4). Cele două antigene sunt denumite A şi B. În funcţie de antigenele prezente pe suprafaţa eritrocitelor, o persoană poate avea grupa de sânge A (este prezent doar antigenul A), grupa de sânge B (este prezent doar antigenul B), grupa de sânge AB (sunt prezente ambele antigene, A şi B) sau grupa de sânge 0 (niciun antigen). Antigenele nu au aparent nicio semnificaţie pentru fiziologia organismului.

În plus faţă de antigenele eritrocitare, o persoană are de asemenea în ser **anticorpi de grup sanguin**. O persoană cu grupa A are în ser anticorpi anti-B; o persoană cu grupa B are anticorpi anti-A; o persoană cu grupa AB nu are anticorpi, nici anti-A, nici anti-B; o persoană cu grupa 0 are atât anticorpi anti-A, cât şi anticorpi anti-B. Ca şi în cazul antigenelor de grup sanguin, aceşti anticorpi nu au aparent nicio semnificaţie fiziologică.

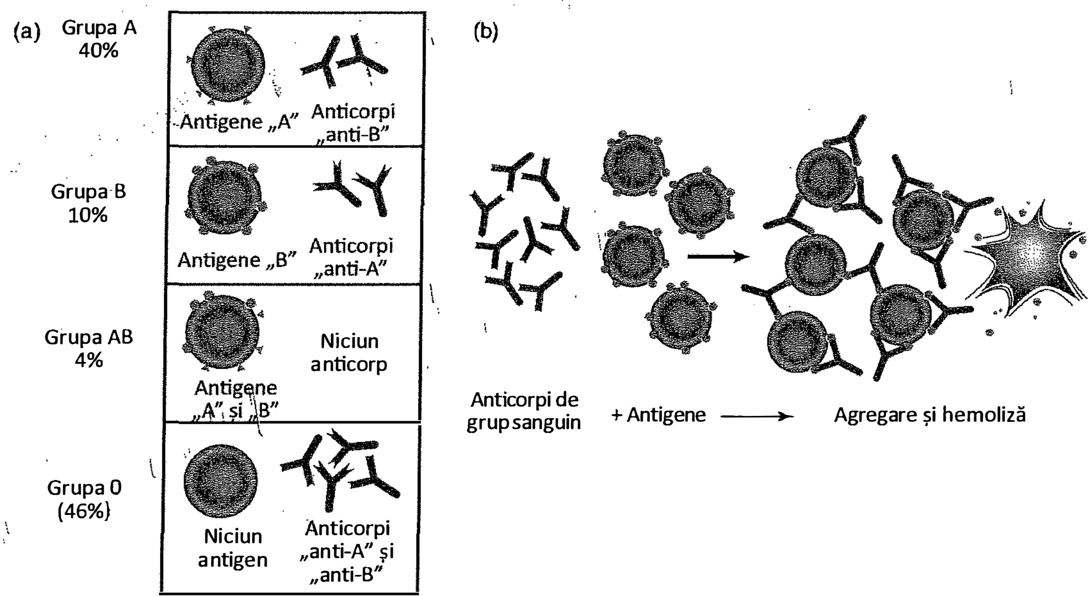


FIGURA 14.4 Grupele de sânge şi testarea sângelui. (a) Cele patru grupe de sânge sunt indicate cu tipurile de antigene şi de anticorpi întâlnite în fiecare grup. Tipul grupei este acelaşi cu cel al antigenelor găsite la suprafaţa eritrocitelor. (b) Când se amestecă sângele în timpul transfuziilor de sânge, este foarte important ca antigenele şi anticorpii de acelaşi tip să nu intre în contact în circulaţia primitorului. Dacă acest lucru se întâmplă, va avea loc o reacţie, aşa cum este prezentat în figură. Agregarea şi distrugerea globulelor roşii (hemoliza) pot fi fatale.

În cazurile de urgenţă, unde este necesară **transfuzia de sânge**, transfuzia se poate realiza atâta timp cât se iau în considerare antigenele prezente în sângele donatorului şi anticorpii prezenţi în serul primitorului. Pentru a evita un incident transfuzional sever, antigenele şi anticorpii de acelaşi tip nu trebuie să se întâlnească. De exemplu, dacă donatorul are grupa A şi primitorul grupa AB, transfuzia poate fi făcută deoarece donatorul prezintă în ser antigene A, iar primitorul nu are anticorpi anti-A în ser. Dacă donatorul

ar avea grupa AB şi primitorul grupa B, transfuzia nu trebuie făcută, deoarece donatorul AB are şi antigene A pe suprafaţa eritrocitelor, iar primitorul are în ser anticorpi anti-A. Dacă cele două tipuri de sânge ajung în contact, globulele roşii se vor agrega şi vor hemoliza, putând cauza o reacţie transfuzională letală. Despre o persoană cu grupa de sânge 0 se spune că este donator universal, deoarece nu are nici antigene A şi nici B pe suprafaţa eritrocitelor, iar donările pot fi făcute la persoane cu alte grupe sanguine. Despre o persoană care are grupa de sânge AB se spune că este primitor universal, deoarece nu are nici anticorpi anti-A, nici anticorpi anti-B în ser, iar această persoană poate primi sânge de la celelalte trei grupe. Din punct de vedere tehnic, ideea de donator universal şi de primitor universal este corectă. Totuşi, pentru a reduce rata incidentelor transfuzionale, medicii vor realiza transfuzii doar cu tipul specific de sânge, singura excepţie fiind totuşi în cazurile de urgenţă.

DE REŢINUT
Persoanele cu grupa de sânge A prezintă anticorpi împotriva celulelor cu antigen de tip B. Persoanele cu grupa de sânge B produc anticorpi împotriva grupei de sânge A. Cei cu grupa de sânge 0 produc ambele tipuri de anticorpi, iar cei cu grupa de sânge AB nu produc niciun tip de anticorpi.

Un alt antigen cu semnificaţie este **antigenul Rh**. Aproximativ 85-90% din populaţia americană, de exemplu, are acest antigen pe suprafaţa eritrocitelor şi se spune că sunt **Rh-pozitivi**. Aproximativ 10-15% dintre americani nu au acest antigen, iar grupa de sânge în acest caz este **Rh-negativă**. Astfel, o persoană poate avea grupa de sânge A+, dacă are antigenul A şi antigenul Rh; o persoană poate fi B-, dacă are antigenul B, dar nu are antigenul Rh. Antigenul Rh, ca şi celelalte, nu pare să aibă semnificaţie pentru fiziologia normală a organismului.

Factorul Rh este important în afecţiunea cunoscută sub numele de **eritroblastoză fetală** sau **boala hemolitică a nou-născutului**. Afecţiunea apare când un bărbat Rh-pozitiv (ex. A+) devine tatăl unui copil cu mama Rh-negativă (ex. AB-). În acest caz, există posibilitatea ca fătul să aibă o grupă de sânge Rh-pozitiv (ex. A+ sau AB+).

În timpul naşterii, unele din celulele sanguine ale copilului pot să intre în circulaţia mamei şi să stimuleze sistemul imun al mamei să producă anticorpi anti-Rh. Aceşti anticorpi nu produc de obicei niciun efect asupra copilului, dar rămân în sângele mamei. Dacă femeia va avea un al doilea copil, iar sângele copilului este Rh-pozitiv (ex. A+), anticorpii Rh vor intra în circulaţia celui de-al doilea copil, traversând placenta. Anticorpii vor reacţiona cu antigenele Rh de pe suprafaţa eritrocitelor, iar reacţia va duce la hemoliză excesivă, putând provoca deces.

Pentru a evita apariţia unei boli hemolitice a nou-născutului, femeia cu Rh-negativ primeşte o injecţie cu anticorpi anti-Rh (RhoGAM) în timpul sarcinii sau la naşterea primului copil. Anticorpii anti-Rh se combină cu antigenele Rh în circulaţie şi le neutralizează. Acest lucru previne stimularea sistemului imun al mamei de către anticorpii Rh, şi, în consecinţă, el nu va produce anticorpi anti-Rh. Astfel, în timpul sarcinii cu al doilea copil, anticorpii nu vor fi prezenţi, iar hemoliza nu se produce. Femeia trebuie să primească o altă injecţie cu RhoGAM după naşterea celui de al doilea copil, pentru a preveni producerea de anticorpi anti-Rh, care ar putea afecta al treilea copil.

GLOBULELE ALBE

Globulele albe sanguine sunt denumite şi **leucocite** (Tabelul 14.2). Funcţia lor primară este să apere ţesuturile împotriva infecţiilor şi a substanţelor străine organismului. Un adult are aproximativ 7000 de leucocite pe milimetru cub de sânge.

Leucocitele de diferite tipuri se dezvoltă printr-un proces complex în măduva osoasă roşie. Toate leucocitele pătrund în circulaţie prin diapedeză, iar unele îşi termină procesul de maturare în altă parte. Leucocitele trăiesc câteva ore sau câteva luni, în funcţie de tipul lor; multe leucocite părăsesc circulaţia tot prin diapedeză, pentru a se amesteca printre celulele tisulare.

TABELUL 14.2 ASPECTUL MICROSCOPIC AL LEUCOCITELOR ÎN COLORAȚIA WRIGHT

Leucocite	Aspect
Granulocite	
Neutrofile	Granulații citoplasmatice fine, de culoare albastră-violacee; nucleu cu 3-5 lobi
Eozinofile	Granulații citoplasmatice roșii, strălucitoare; nucleu cu 2 lobi (bilobat)
Bazofile	Granulații citoplasmatice mari, albastru-purpuriu închis; nucleu neregulat, frecvent în formă de S
Agranulocite	
Limfocite	Un strat subțire de citoplasmă albastră, fără granulații; nucleu mare, violet strălucitor
Monocite	Un strat gros de citoplasmă fără granulații; nucleu violet, în formă de rinichi (reniformi) sau potcoavă

TIPURILE DE GLOBULE ALBE

Există două tipuri de globule albe: granulocitele şi agranulocitele. **Granulocitele** au granulaţii în citoplasmă şi includ neutrofilele, eozinofilele şi bazofilele. **Agranulocitele** nu au granulaţii în citoplasmă şi includ monocitele şi limfocitele.

Neutrofilele reprezintă aproximativ 60% din totalul numărului de leucocite. Granulele lor se colorează cu coloranţi neutri şi au o culoare albastră-violacee. Nucleul neutrofilului are de obicei între doi şi cinci lobi, iar celula adesea este numită **leucocit polimorfonuclear**. Funcţia principală a neutrofilului este fagocitoza; neutrofilele se adună rapid la locul unei infecţii.

Atât **bazofilele** cât şi **eozinofilele** au granulaţii în citoplasmă: granulaţiile bazofilelor se colorează cu coloranţi bazici şi apar albastre, în timp ce, granulaţiile eozinofilelor se colorează cu coloranţi acidofili şi apar roşii (Figura 14.5). Fiecare tip de celulă reprezintă aproximativ 1% din totalul numărului de leucocite. Se consideră că ambele celule îşi îndeplinesc funcţiile în reacţii alergice şi în cursul inflamaţiei.

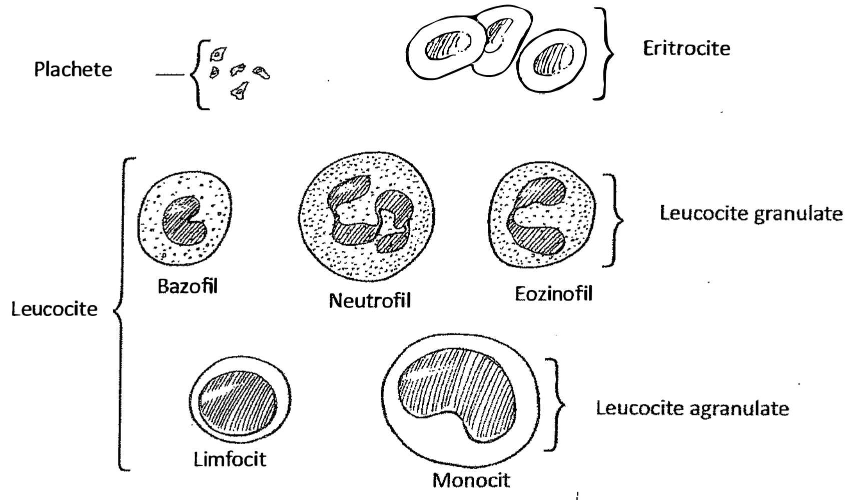


FIGURA 14.5 Comparaţie între globulele albe, globulele roşii şi plachetele sanguine. Observaţi granulaţiile distincte şi nucleii prezenţi în diferite tipuri de leucocite.

Limfocitele nu au granulaţii în citoplasmă. Ele reprezintă aproximativ 30% din totalul leucocitelor şi sunt de două tipuri: limfocite B şi limfocite T. **Limfocitele B** sunt stimulate de antigenele microorganismelor în timpul răspunsului imun. Ele proliferează şi devin plasmocite. Plasmocitele produc anticorpi, care intră în circulaţie şi interacţionează cu microorganismele care au stimulat producerea lor. Interacţiunea duce în general la distrugerea microorganismului. Limfocitele B se află în sânge şi în nodulii limfatici.

Limfocitele T se găsesc şi ele în nodulii limfatici şi în sânge. Înainte să ajungă în nodulii limfatici, celulele tinere se maturează în timus. Când sunt stimulate de antigene, limfocitele T pleacă din nodulii limfatici spre locul infecţiei, unde interacţionează cu microorganismele şi le distrug. Limfocitele B şi T sunt celulele cheie ale sistemului imun (Capitolul 16) şi, prin acest sistem, asigură apărarea organismului.

DE REŢINUT
Limfocitele sunt celule cheie în reacţiile complexe ale sistemului imun.

Monocitele reprezintă între 6 şi 8% din totalul leucocitelor (Tabelul 14.3). Ele au un nucleu foarte mare, ce prezintă o depresiune pe una din margini. Monocitele se strecoară prin pereţii capilarelor prin diapedeză şi intră în mediul tisular, unde realizează fagocitoza microorganismelor. În ţesuturi, monocitele se transformă în celule fagocitare mari, numite **macrofage**. Macrofagele iniţiază răspunsul imun prin fagocitarea microorganismelor şi prin prezentarea antigenelor conţinute în aceste microorganisme, limfocitelor, în nodulii limfatici.

Examinarea populaţiei leucocitare poate oferi o bună înţelegere a bolilor. De exemplu, un număr ridicat de globule albe poate indica o infecţie bacteriană. În plus, poate fi importantă creşterea unei anumite categorii de leucocite. Aceste date sunt obţinute prin **numărarea diferenţiată a leucocitelor**. O reducere generală a numărului de leucocite se numeşte **leucopenie**, iar o valoare a leucocitelor deasupra mediei generale din populaţie se numeşte leucocitoză. Cancerul leucocitelor se numeşte **leucemie**. În leucemie

întâlnim un număr foarte mare de leucocite, dar ele de obicei nu sunt funcționale și nu-și pot îndeplini funcția de apărare.

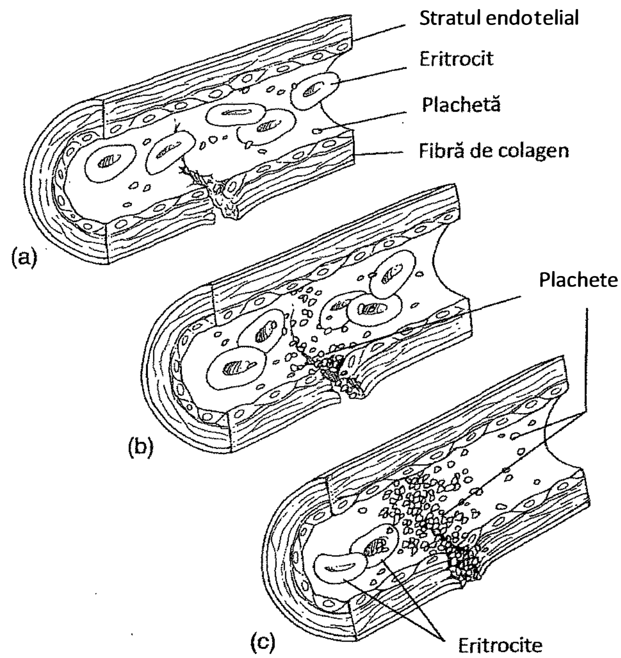
TABELUL 14.3 CARACTERISTICILE ELEMENTELOR FIGURATE ALE SÂNGELUI

Celule	Număr	Funcție	Rol în patologie
Globule roșii (Eritrocite)	Bărbați: 5,4 milioane/mm^3 Femei: 4,8 milioane/mm^3	Transportul oxigenului; transportul dioxidului de carbon	Prea puține: anemie Prea multe: policitemie
Plachete (Trombocite)	Aproximativ 300.000/mm^3	Esențiale pentru coagulare	Prea puține: tulburări de coagulare, sângerări, hematoame care se produc ușor
Globule albe (Leucocite)	Aproximativ 7000/mm^3		
Neutrofile	Aproximativ 60% din totalul leucocitelor	Fagocitoză	Prea multe: infecții bacteriene, inflamații sau leucemie
Eozinofile	Aproximativ 1% din totalul leucocitelor	Posibil rol în răspunsul alergic	Prea multe pot să apară în reacții alergice, infestații parazitare
Bazofile	Aproximativ 1% din totalul leucocitelor	Posibil rol în răspunsul alergic	
Limfocite	Aproximativ 30% din totalul leucocitelor	Produc anticorpi; distrug celulele străine	Limfocite atipice apar în mononucleoza infecțioasă; prea multe pot să apară în leucemii
Monocite	6-8% din totalul leucocitelor	Fagocitoză; se diferențiază în țesuturi pentru a forma macrofage	Pot crește în leucemia cu monocite, tuberculoză, infecții fungice

PLACHETELE SANGUINE

Plachetele sanguine (numite și trombocite) sunt elemente ale sângelui produse în măduva osoasă. Practic, **plachetele** nu sunt celule, deoarece sunt alcătuite din fragmente de citoplasmă înconjurate de membrană. Ele se formează în măduva roșie osoasă din celule mari, numite **megacariocite**, derivate din hemocitoblaști. Din citoplasma megacariocitelor se desprind mici fragmente, care sunt delimitate de membrană și sunt apoi eliberate în circulație. Numărul lor este de aproximativ 300.000 pe milimetru cub de sânge.

Plachetele intervin în două procese importante: formează agregate plachetare (hemostază) și sunt implicate în mecanismul de coagulare a sângelui. **Agregatele plachetare** se formează la nivelul zonei lezate a vaselor de sânge, unde reacționează cu fibrele de colagen din peretele vascular (Figura 14.6). Plachetele aderă de fibre și formează o masă care umple leziunea din peretele vascular. Această reacție apare în câteva secunde de la leziunea vasculară și stimulează coagularea.



DE REȚINUT Plachetele reprezintă componenta celulară a hemostazei. Proteinele de coagulare din plasmă produc un cheag de sânge.

FIGURA 14.6 Formarea trombului plachetar. (a) O soluţie de continuitate apare în peretele unui vas de sânge. (b) Plachetele aderă între ele şi la fibrele de colagen din peretele vascular. (c) Agregatul plachetar controlează pierderea de sânge la locul leziunii.

COAGULAREA SÂNGELUI

Formarea cheagului de sânge apare în cazul leziunilor mai mari suferite de vasele de sânge. Acest proces determină formarea unei mase de fibre proteice, celule sanguine şi plachete, care repară leziunea suferită. Elementele implicate în coagulare se numesc **factori de coagulare**.

Când ţesutul sau vasul de sânge este lezat, mecanismul de coagulare a sângelui este activat, fie pe calea intrinsecă, fie pe cea extrinsecă. Calea intrinsecă implică factori care se găsesc numai în sânge, pe când calea extrinsecă este iniţiată de factori din afara fluxului sanguin.

În **calea intrinsecă**, un factor de coagulare denumit **factor plachetar** este eliberat de plachetele sanguine şi de către celulele endoteliale care căptuşesc vasele de sânge. Factorul interacţionează cu ionii de calciu şi cu mulţi alţi factori de coagulare, pentru a se obţine **tromboplastina derivată din plachete**. Tromboplastina este o lipoproteină care activează o proteină globulară numită **protrombină**. În cursul reacţiei, protrombina este convertită la forma activă numită **trombină**. Ionii de calciu sunt esenţiali pentru această conversie.

Protrombina poate fi activată şi pe **calea extrinsecă**. În acest proces, factorii tisulari de la nivelul vaselor lezate sau de pe suprafaţa celulelor din tot organismul, reacţionează cu factorul de coagulare VII şi cu ionii de calciu şi determină activarea acestuia (facto-

rul VII). Factorul VII activează apoi alţi factori de coagulare, pentru a forma **tromboplastina tisulară**. Împreună cu ionii de calciu şi alţi factori, tromboplastina formează activatorul protrombinei. Activatorul protrombinei converteşte protrombina în trombină.

Odată ce trombina a fost produsă, ea va funcţiona ca o enzimă. În prezenţa calciului, trombina activează proteina produsă de ficat numită **fibrinogen**, care se găseşte dizolvat în plasmă. Activarea converteşte fibrinogenul în **fibrină**, o proteină fibrilară, insolubilă (Figura 14.7). Filamente de fibrină se acumulează şi, împreună cu plachetele şi eritrocitele, formează cheagul de sânge. Plasma se gelifică la locul leziunii, apoi cheagul pierde lichidul conţinut şi se contractă. În timpul contracţiei, cheagul sudează capetele deteriorate ale vasului de sânge sau ţesutului, iar cheagul se întăreşte. Filamente dense de fibrină se formează imediat, iar cheagul este complet.

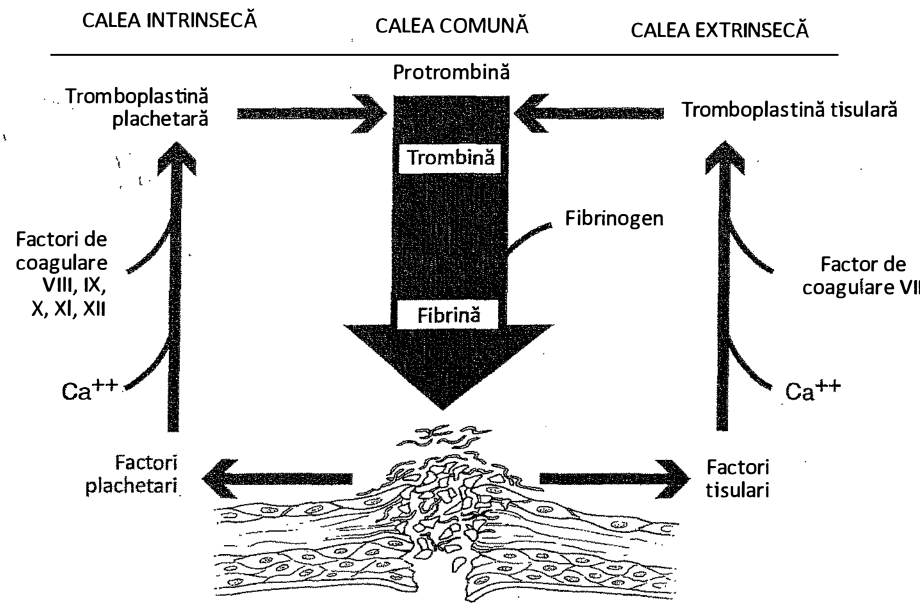
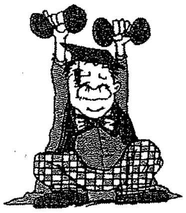


FIGURA 14.7 Prezentare generală a mecanismului de coagulare a sângelui, arătând interrelaţia dintre calea intrinsecă şi extrinsecă. Ambele căi implică tromboplastina, şi ambele duc la formarea unei substanţe care activează protrombina şi o converteşte în trombină. Trombina apoi converteşte fibrinogenul în fibrină, componenta principală a cheagului de sânge.

Deşi coagularea sângelui este esenţială pentru o bună stare de sănătate, există situaţii în care cheagurile de sânge pot afecta organismul. De exemplu, se poate forma un cheag de sânge într-un vas rigidizat, prin depunerea unei plăci alcătuite din colesterol. Colesterolul, împreună cu alte lipide, se depune pe peretele interior al vaselor şi cauzează o afecţiune numită **ateroscleroză**.

Plăcile de colesterol stimulează, de asemenea, formarea de cheaguri într-o afecţiune numită **tromboză**. Un cheag format astfel se numeşte **tromb**. Acesta poate împiedica fluxul sanguin în arterele coronare (Capitolul 15) şi poate cauza afecţiunea numită tromboză coronariană. Când cheagul migrează în altă parte a organismului, el se numeşte embol, iar afecţiunea cauzată, **embolie**.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Globulele roșii, globulele albe și plachetele sunt componente ale sângelui denumite _______________.
2. pH-ul sângelui este de obicei aproximativ _______________.
3. Albuminele din sânge sunt produse de către _______________.
4. Partea fluidă a sângelui este _______________.
5. După îndepărtarea proteinelor de coagulare din plasmă, fluidul care rămâne se numește _______________.
6. Ionii cei mai importanți transportați de sânge sunt calciul, potasiul, clorul, bicarbonatul și _______________.
7. Acele proteine plasmatice care contribuie la vâscozitatea sângelui și sunt parțial responsabile pentru menținerea constantă a pH-ului sanguin sunt denumite _______________.
8. Anticorpii aparțin unui grup major de proteine plasmatice numite _______________.
9. Aproximativ 7% din proteinele plasmatice sunt constituite dintr-o proteină produsă în ficat, numită _______________.
10. Proteinele plasmatice favorizează mișcarea apei din fluidele tisulare în circulație; acest proces este denumit _______________.
11. Pigmentul care transportă oxigenul în eritrocite se numește _______________.
12. Globulele roșii sunt cunoscute și ca _______________.
13. Numărul globulelor roșii pe microlitru, la un bărbat adult, este aproximativ _______________.
14. Numărul globulelor roșii pe microlitru, la o femeie adultă, este _______________.
15. Forma unui eritrocit este aceea a unui/unei _______________.
16. Când un eritrocit se micșorează în soluție ce conține exces de solvit, procesul se numește _______________.
17. Când globulele roșii se umflă și se sparg într-o soluție care conține o concentrație

scăzută de solvit, procesul se numeşte ________________.

18. Globulele roşii se formează în măduva osoasă printr-un proces numit ________________.

19. Procentul globulelor roşii din sângele centrifugat se numeşte ________________.

20. Cele două lanţuri polipeptidice ale moleculei de hemoglobină sunt cunoscute ca ________________.

21. Gruparea din molecula de hemoglobină care conţine fier şi leagă molecula de oxigen este denumită ________________.

22. Când oxigenul se leagă de molecula hemoglobinei, molecula de hemoglobină este denumită ________________.

23. Când dioxidul de carbon se leagă de molecula hemoglobinei, molecula de hemoglobină este denumită ________________.

24. Cea mai mare parte a dioxidului de carbon este transportat în plasmă dizolvat sub formă de ________________.

25. Globulele roşii circulă în fluxul sanguin aproximativ ________________.

26. După distrugere, pigmentul hemoglobină din globulele roşii este convertit într-un pigment biliar denumit ________________.

27. Producţia de globule roşii este reglată de un hormon numit ________________.

28. Lipsa vitaminei B_{12} poate produce o afecţiune numită ________________.

29. Anumiţi factori, precum radiaţiile gamma şi medicamentele, pot împiedica producerea de globule roşii, condiţie numită ________________.

30. Un defect al genelor care codifică hemoglobina poate duce la cristalizarea hemoglobinei şi la deformarea eritrocitelor în forma literei „C". Această afecţiune este denumită ________________.

31. Când organismul nu reuşeşte să sintetizeze unul sau mai multe lanţuri polipeptidice, rezultând globule roşii fragile, afecţiunea este numită ________________.

32. Un nume alternativ pentru globulele albe sanguine este ________________.

33. Numărul aproximativ de globule albe pe milimetru cub, la adult, este de ________________.

34. Globulele albe se formează în ________________.

35. Neutrofilele şi bazofilele sunt tipuri de globule albe cunoscute ca ________________.

36. Limfocitele şi monocitele nu au granule în citoplasmă şi prin urmare sunt cunoscute ca ________________.

37. Principala funcție a neutrofilului este ________________.

38. Granulaţiile eozinofilului se colorează cu coloranţi acidofili şi apar ________________.

39. Procentajul de bazofile din totalul globulelor albe este de aproximativ ________________.

40. În organism, limfocitele sunt celulele cheie ale sistemului denumit ________________.

41. Când monocitele pătrund în țesuturi, se transformă în celule mari, fagocitare, numite ________________.

42. Anticorpii sunt produşi de globulele albe, cunoscute sub numele de ________________.

43. O scădere generală a globulelor albe în organism se numeşte ________________.

44. Plachetele sanguine sunt produse în măduva roşie osoasă din nişte celule mari numite ________________.

45. O masă de plachete şi de fibre de colagen care apare la locul unei leziuni din peretele vascular este cunoscută ca un/o ________________.

46. În calea intrinsecă, un factor important care inițiază calea chimică este numit factor ________________.

47. În calea extrinsecă, factori tisulari din vasele afectate reacționează cu factorii de coagulare şi determină eliberarea ________________.

48. Trombina este responsabilă de conversia fibrinogenului în ________________.

49. Depunerea colesterolului pe peretele intern al vaselor de sânge cauzează o afecţiune numită ________________.

50. Afecțiunea în care un cheag de sânge migrează dintr-o anumită parte a corpului în alta este cunoscută ca ________________.

SECŢIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii:*

1. Următoarele sunt funcţii ale sângelui, *cu excepţia*
   A. transportă oxigen de la plămâni la celule
   B. protejează organismul de boli
   C. transportă nutrienţi de la sistemul digestiv la celulele organismului
   D. coordonează toate activităţile celulelor din organism

2. Următoarele sunt caracteristici ale sângelui, *cu excepţia*
   A. plasma conţine aproximativ 92% apă
   B. pH-ul său variază între 6,2 şi 6,7
   C. este mai vâscos decât apa
   D. conţine aproximativ 7% proteine

3. Albuminele, globulinele şi fibrinogenul sunt trei dintre
   A. hormonii găsiţi în sânge
   B. sărurile găsite în sânge
   C. gazele transportate de sânge
   D. proteinele prezente în sânge

4. Moleculele de anticorpi produse de sistemul imun aparţin unui grup de proteine numite
   A. gama globuline
   B. albumine
   C. proteine de coagulare
   D. alfa şi beta proteine

5. Care din următoarele caracteristici se aplică eritrocitului?
   A. se mai numeşte leucocit
   B. are formă de disc biconcav
   C. are nucleu distinct şi organite
   D. este incapabil să transporte oxigen la celule

6. Când globulele roşii sunt puse în soluţie care nu conţine solvit, acestea
   A. au tendinţa de a se micşora
   B. au tendinţa de a se umfla
   C. devin zbârcite
   D. îşi pierd nucleul şi citoplasma

7. Trecerea leucocitelor din măduva osoasă în circulaţie este un proces cunoscut ca
   A. hemoliză
   B. fagocitoză
   C. diapedeză
   D. tromboză

8. Următoarele se găsesc în moleculele de hemoglobină, *cu excepţia*
   A. patru lanţuri polipeptidice
   B. atomi de fier
   C. molecule de glucide
   D. grupări hem

9. Cea mai mare parte a moleculelor de dioxid de carbon sunt transportate în sânge
   A. ataşate de globulele roşii
   B. ataşate de globulele albe
   C. dizolvate în plasmă ca ioni de bicarbonat
   D. ataşate la suprafaţa plachetelor

10. Globulele roşii îmbătrânite sau deteriorate sunt distruse de celulele fagocitare în
   A. pancreas, rinichi şi intestin subţire
   B. ficat, splină şi măduva osoasă
   C. tiroidă, timus şi glanda pituitară
   D. intestin subţire, encefal şi vena cavă

11. Bilirubina este un pigment biliar format prin degradarea
   A. hemoglobinei
   B. globulelor albe
   C. plachetelor
   D. fibrinogenului

12. Anemia pernicioasă se asociază cu un/o
   A. deficit de fier în organism
   B. defect moştenit genetic
   C. deficit de vitamina B_{12} în organism
   D. insuficienţă de calciu în organism

13. Siclemia derivă dintr-un/o
   A. atac al globulelor albe asupra globulelor roşii
   B. deficit de iod în organism
   C. coagulare spontană a sângelui
   D. defect genetic

14. Care dintre următoarele se aplică neutrofilelor din corpul uman
   A. sunt leucocite fagocitare
   B. nu au granulaţii în citoplasmă
   C. funcţia lor principală este producerea de anticorpi
   D. granulaţiile lor se colorează în albastru cu coloranţi bazici

15. Celulele principale ale sistemului imun în organismul uman sunt
   A. bazofilele şi eozinofilele
   B. leucocitele polimorfonucleare
   C. limfocitele B şi limfocitele T
   D. monocitele

16. Aproximativ 6-8% din globulele albe reprezintă celule fagocitare mari, agranulare, numite
    A. limfocite
    B. neutrofile
    C. plachete
    D. monocite

17. O suprapopulare cu leucocite este caracteristică unei forme de cancer, denumită
    A. melanom
    B. leucemie
    C. parazitemie
    D. leucopenie

18. Funcția principală a globulelor albe în organism este
    A. transportul nutrienţilor
    B. apărarea organismului
    C. excreția produşilor de metabolism
    D. mişcarea corpului

19. Proteina de coagulare numită protrombină este sintetizată în
    A. ficat
    B. măduva osoasă
    C. circulaţie
    D. rinichi

20. Care din următoarele este o reacție specifică în calea extrinsecă de coagulare a sângelui?
    A. factorul VII se combină cu factori tisulari
    B. protrombina este convertită în trombină
    C. tromboplastina este convertită în protrombină
    D. fibrina este convertită în fibrinogen

21. Acumularea colesterolului de-a lungul pereților vasculari poate duce la o afecțiune numită
    A. embolie
    B. tromboză
    C. ateroscleroză
    D. formarea unui agregat

22. O persoană care are grupa de sânge A poate dona sânge unei persoane care are
    A. grupa de sânge 0 sau AB
    B. doar grupa de sânge A
    C. grupa de sânge A sau AB
    D. doar grupa de sânge 0

23. O persoană care are grupa de sânge B poate primi sânge de la o persoană care are
    A. doar grupa de sânge A
    B. grupa de sânge B sau AB
    C. grupa de sânge B sau 0
    D. grupa de sânge 0 sau AB

24. Boala hemolitică a nou-născutului poate să apară când
    A. tatăl este Rh-pozitiv şi mama este Rh-negativ
    B. tatăl este Rh-negativ şi mama este Rh-pozitiv
    C. atât tatăl cât şi mama sunt Rh-pozitivi
    D. atât tatăl cât şi mama sunt Rh-negativi

25. Pentru a preveni boala hemolitică a nou-născutului la sarcinile următoare, imediat după naştere, femeii i se administrează o injecţie cu
    A. antigen Rh
    B. anticorpi anti-Rh
    C. penicilină
    D. antigene A şi B

***SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcaţi cu litera „A" afirmația dacă este adevărată. Dacă este falsă, schimbaţi cuvântul <u>subliniat</u> pentru a o face corectă.*

1. Elementele figurate ale sângelui sunt suspendate într-un fluid palid, gălbui, denumit <u>ser.</u>
2. Proteinele care contribuie la vâscozitatea sângelui şi ajută la menţinerea constantă a pH-ului sanguin sunt cunoscute ca <u>globuline.</u>
3. Unele gama globuline sunt binecunoscute ca molecule de <u>antigene,</u> produse de sistemul imun.
4. Globulele roşii nu au nucleu sau organite; în schimb, ele sunt pline cu un pigment roşu, <u>hemoglobină.</u>
5. Globulele roşii au formă de disc <u>biconvex.</u>
6. Când globulele roşii sunt suspendate în soluţii care conţin cantităţi de solvit în exces, celulele se <u>umflă</u> într-un proces numit zbârcire.
7. Când globulele roşii sunt plasate într-o soluţie care nu conţine solvit, ele tind să se spargă printr-un proces numit <u>hemoliză.</u>
8. Formarea globulelor roşii are loc în măduva roşie osoasă, printr-un proces numit <u>limfopoieză.</u>
9. Molecula de hemoglobină este formată din <u>patru</u> lanţuri polipeptidice.
10. Când monoxidul de carbon intră în globulele roşii, se leagă <u>slab</u> de molecula de hemoglobină.

11. Globulele roşii circulă în sânge aproximativ 320 de zile.
12. Bilirubina este un pigment produs prin degradarea hemoglobinei din globulele roşii şi excretat de ficat prin bilă.
13. Hormonul eritropoetină stimulează dezvoltarea globulelor roşii în măduva osoasă.
14. Eşecul organismului de a sintetiza unul sau mai multe lanţuri polipeptidice ale hemoglobinei produce o afecţiune cunoscută ca anemie pernicioasă.
15. Eozinofilele, bazofilele şi neutrofilele sunt toate tipuri de leucocite denumite agranulocite.
16. Deoarece nucleul unui limfocit are de la doi la cinci lobi, celula este denumită celulă polimorfonucleară.
17. Bazofilele sunt cele mai numeroase globule albe din circulaţie.
18. Limfocitele T şi limfocitele B sunt celule importante ale sistemului endocrin.
19. Fagocitele importante ale organismului includ neutrofilele, macrofagele şi limfocitele.
20. Leucopenia reprezintă un număr de leucocite mai mare decât în mod normal.
21. În calea intrinsecă de coagulare, ionii de sodiu sunt necesari pentru cel puţin una din conversiile chimice.
22. Un cheag de sânge care migrează dintr-o parte a corpului în alta se numeşte tromb.
23. O persoană cu grupa de sânge AB poate dona sânge unei persoane a cărei grupă de sânge este 0.
24. O persoană care are grupa de sânge 0 este cunoscută drept primitor universal.
25. Când un bărbat care este Rh-pozitiv şi o femeie care este Rh-negativă au un copil, există şansa ca acesta să dezvolte talasemie.

SECŢIUNEA D - Studiu de caz

Juanita este fumătoare. Fumul de ţigară conţine monoxid de carbon. Hematocritul ei este 56%, mai mare decât normal. Ce proces fiziologic determină ca hematocritul ei să crească?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A – Completare

1. elemente figurate
2. 7,35 - 7,45
3. ficat
4. plasma
5. ser
6. sodiul
7. albumine
8. globuline
9. fibrinogen
10. osmoză
11. hemoglobină
12. eritrocite
13. 5,8 milioane
14. 4,8 milioane
15. disc biconcav
16. zbârcire
17. hemoliză
18. eritropoieză
19. hematocrit
20. lanțuri alfa și beta
21. grupare hem
22. oxihemoglobină
23. carbaminohemoglobină
24. ioni de bicarbonat
25. 120 de zile
26. biliverdină
27. eritropoetină
28. anemie pernicioasă
29. anemie aplastică
30. siclemie
31. talasemie
32. leucocite
33. 7000
34. măduva roşie osoasă
35. granulocite
36. agranulocite
37. fagocitoza
38. roşii
39. 1%
40. sistem imun
41. macrofage
42. limfocite
43. leucopenie
44. megacariocite
45. agregat plachetar
46. plachetar
47. tromboplastinei
48. fibrină
49. ateroscleroză
50. embolie

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

1. D	6. B	11. A	16. D	21. C
2. B	7. C	12. C	17. B	22. C
3. D	8. C	13. D	18. B	23. C
4. A	9. C	14. A	19. A	24. A
5. B	10. B	15. C	20. A	25. B

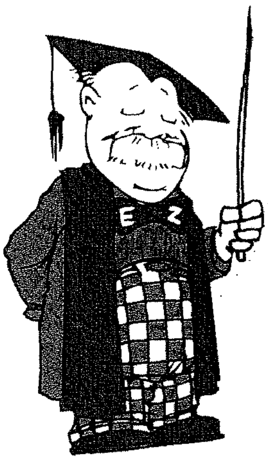
SECŢIUNEA C – Adevărat/Fals

1. plasmă
2. albumine
3. anticorpi
4. A
5. biconcav
6. micşorează
7. A
8. eritropoieză
9. A
10. puternic
11. 120
12. A
13. A
14. talasemie
15. granulocite
16. neutrofil
17. cele mai puţine
18. imun
19. monocitele
20. mai scăzut
21. calciu
22. embol
23. AB
24. donator
25. boala hemolitică a nou-născutului

SECŢIUNEA D – Studiu de caz

Monoxidul de carbon din fumul de ţigară blochează spaţiul rezervat oxigenului din molecula de hemoglobină. Astfel, transportul oxigenului la ţesuturi este afectat, inclusiv la nivelul rinichilor. În consecinţă, rinichii ei produc mai multă eritropoetină, favorizând creşterea hematocritului.

15



Sistemul cardiovascular

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol rezumă anatomia şi fiziologia inimii şi a vaselor de sânge. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- diferenţiaţi structurile anatomice ale inimii, precum şi funcţiile specifice acestora;
- descrieţi căile circulaţei sanguine;
- deosebiți valvele cardiace;
- descrieţi circulaţia coronariană;
- identificaţi componentele sistemului excitoconductor al inimii;
- identificaţi componentele electrocardiogramei;
- identificaţi efectele sistemului nervos autonom asupra reglării frecvenţei cardiace;
- identificaţi şi ordonaţi evenimentele ciclului cardiac;
- identificaţi sursele zgomotelor cardiace;
- diferenţiaţi vasele de sânge între ele, pe baza anatomiei şi funcţiei lor specifice;
- identificaţi modulatorii fluxului sanguin în ţesuturi;
- descrieţi măsurarea presiunii arteriale şi a pulsului;
- diferenţiaţi tipurile de circulaţie sanguină;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Inima: cavităţile şi vasele, fluxul sanguin, valvele, circulaţia coronariană, muşchiul cardiac şi ciclul cardiac
- Vasele de sânge: artere, arteriole, capilare, venule şi vene
- Presiunea arterială, pulsul şi reglarea fluxului sanguin
- Tipuri de circulaţie sanguină
- Întrebări recapitulative

Sistemul cardiovascular este responsabil de furnizarea nutrienţilor şi a oxigenului către ţesuturi şi de îndepărtarea produşilor de metabolism din ţesuturi. De asemenea, sistemul transportă hormonii înspre celulele lor ţintă. Sistemul cardiovascular este alcătuit dintr-o pompă (inima) şi un set de tuburi care transportă sângele (vasele de sânge). Practic, toate regiunile organismului sunt deservite de sistemul cardiovascular.

INIMA

Inima este organul ce îndeplineşte funcţia de pompă în sistemul cardiovascular. Este alcătuită din două cavităţi principale cu rol de pompă, **ventriculele**, şi două cavităţi de umplere, numite **atrii**. Inima pompează sângele în arterele, capilarele şi venele sistemului cardiovascular şi furnizează sânge tuturor celulelor organismului. Are aproximativ mărimea unui pumn, este un organ cavitar, de formă conică şi cântăreşte mai puţin de o jumătate de kilogram.

Inima este situată în torace, în mediastin, aproximativ între a doua şi a cincea coastă. Se află anterior de coloana vertebrală şi posterior de stern, fiind flancată de plămâni, care se suprapun peste ea. Inima este aşezată puţin spre stânga şi adoptă o poziţie oblică în cavitatea toracică (Figura 15.1).

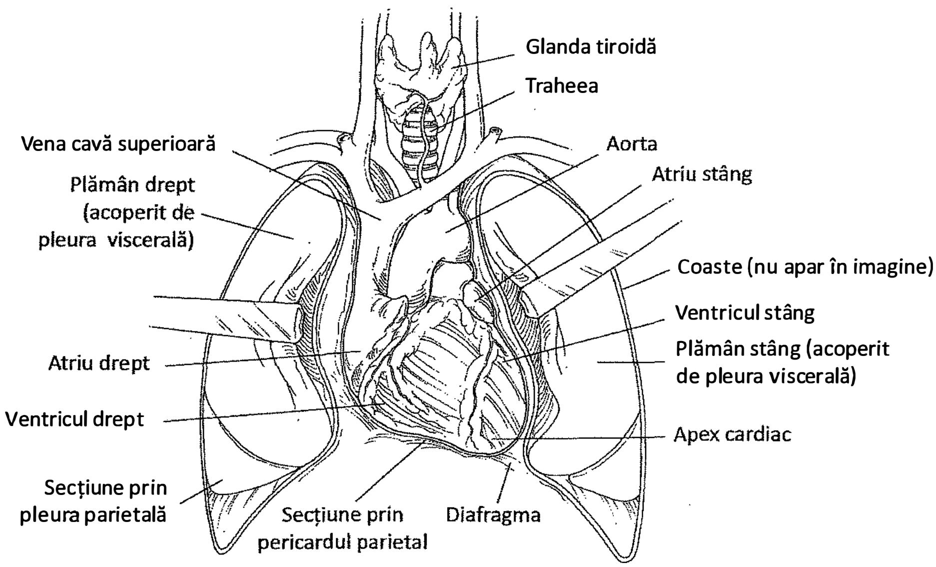


FIGURA 15.1 Inima umană văzută din poziţie ventrală în cavitatea toracică. Observaţi poziţia organelor adiacente.

Inima este învelită de un sac format din două foițe (membrane) numit **pericard**. Foița externă se numeşte **pericard parietal**, iar cea internă, **pericard visceral** sau **epicard**. Cavitatea pericardică este spațiul umplut cu fluid dintre pericardul parietal şi cel visceral (epicardul). Epicardul este ocazional acoperit de grăsime, mai ales la vârste înaintate. Inflamaţia pericardului este numită **pericardită**. Epicardul este considerat stratul extern al ţesutului cardiac.

Ţesutul principal al inimii este localizat în stratul mijlociu, şi este numit **miocard**. Miocardul este compus din celule musculare de tip cardiac dipuse în fascicule. În interiorul

miocardului, celulele musculare sunt interconectate între ele prin fibre fine de ţesut conjunctiv aranjate într-o reţea, ce aparţin scheletului fibros. Această reţea consolidează miocardul în interior. Un plus de susţinere, în jurul valvelor şi la locul de emergenţă a vaselor mari, este asigurat de inele de ţesut fibros împletit asemănător unor frânghii.

Al treilea strat al inimii este cel intern, numit **endocard**. Endocardul este alcătuit dintr-un strat endotelial ce acoperă un strat subţire de ţesut conjunctiv. Endocardul delimitează cavităţile inimii şi acoperă valvele cardiace. Inflamaţia valvelor cardiace este numită **endocardită**.

CAVITĂŢILE ŞI VASELE INIMII

În inimă există patru cavităţi. Cele două cavităţi superioare sunt denumite **atrii**, iar cele două cavităţi inferioare sunt denumite **ventricule**.

Cavităţile cardiace sunt separate longitudinal de un perete numit **sept cardiac**. Între atrii, septul este denumit **sept interatrial**, iar între ventricule **sept interventricular** (Figura 15.2).

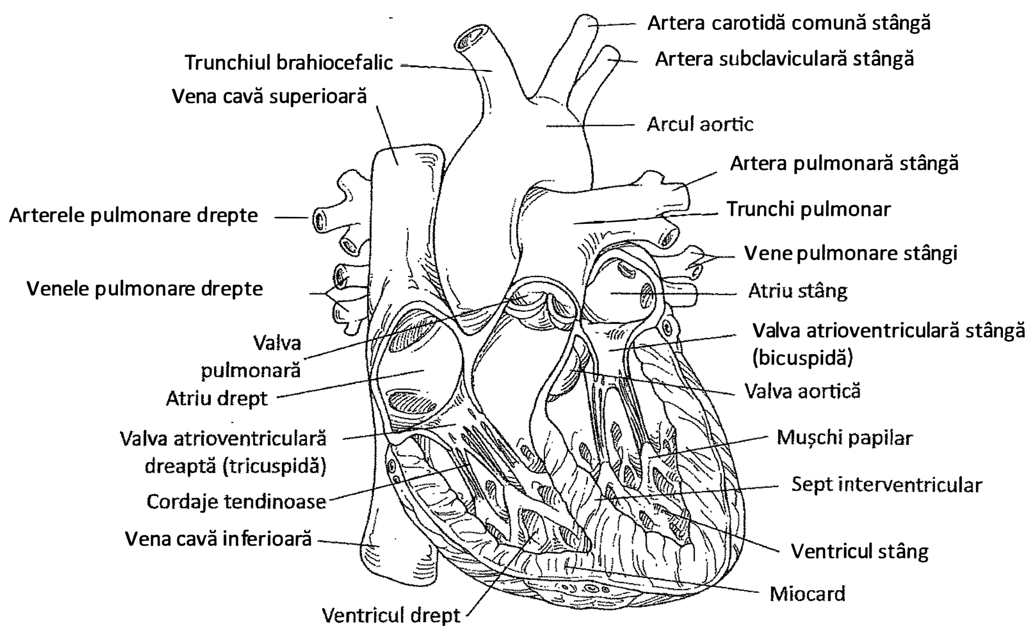


FIGURA 15.2 Secţiune longitudinală prin inimă, ilustrând cele mai importante structuri ale acestui organ. Se pot observa detaliile valvelor şi sunt indicate cele mai importante vase.

Atriile sunt cavităţile de umplere cu sânge ale inimii. Sângele care se întoarce prin vene de la ţesuturi intră în atrii şi este menţinut acolo până când ventriculele se golesc. Fiecare atriu are o prelungire plată, încreţită, denumită **auriculă** (urechiuşă), ce se umple cu sânge atunci când atriul este plin. Auricula creşte capacitatea atrială.

În atriul drept se golesc trei vene: **vena cavă superioară**, care aduce sângele de la cap şi gât, **vena cavă inferioară**, care aduce sângele din regiunea inferioară a corpului, şi **sinusul coronarian** care primeşte sângele de la muşchiul cardiac şi îl conduce apoi în atriul drept. Atriul stâng primeşte sânge de la plămâni prin intermediul venelor pulmonare.

Ventriculele sunt situate inferior față de atrii şi sunt cavităţile cu rol de pompă ale inimii. Ventriculul drept pompează sângele la plămâni, iar ventriculul stâng pompează sângele la organele, ţesuturile şi celulele organismului.

CIRCULAȚIA SÂNGELUI PRIN INIMĂ

În organism există două circuite cardiovasculare principale. Primul circuit, numit **circulaţia pulmonară**, se extinde de la inimă la plămâni şi înapoi la inimă. Al doilea circuit, **circulaţia sistemică**, se extinde de la inimă la celule şi înapoi la inimă (Figura 15.3).

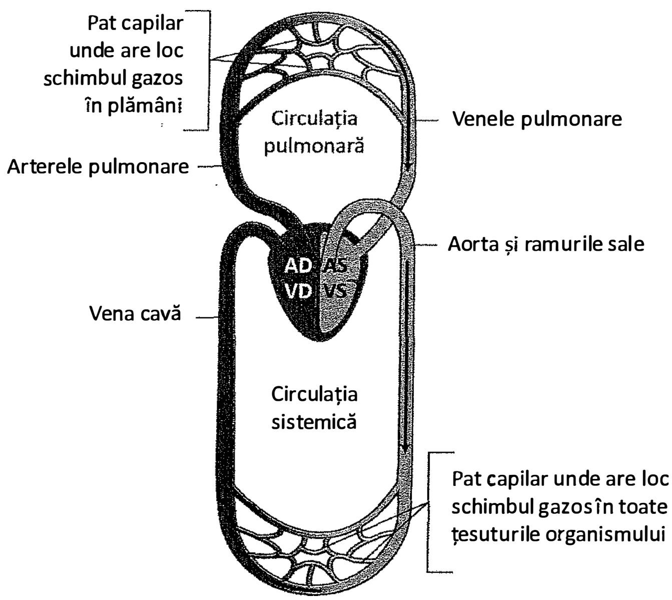


FIGURA 15.3 Cele două circulaţii principale ale organismului. În circulaţia pulmonară, sângele pleacă din ventriculul drept la plămâni şi se întoarce în atriul stâng. În circulaţia sistemică, sângele pleacă din ventriculul stâng spre organism şi se întoarce în atriul drept.

Circulaţia pulmonară începe în partea dreaptă a inimii. Sângele colectat de la organe intră în atriul drept. Acest sânge este sărac în oxigen şi bogat în dioxid de carbon. Sângele trece printr-o valvă din atriul drept în ventriculul drept. Ventriculul drept pompează apoi sângele în plămâni prin **arterele pulmonare**. La nivel pulmonar, dioxidul de carbon părăseşte sângele şi intră în alveolele pulmonare, în timp ce oxigenul trece din alveolele pulmonare în sânge. Apoi, sângele bogat în oxigen se întoarce prin **venele pulmonare** în partea stângă a inimii, închizând astfel circulaţia pulmonară.

Circulaţia sistemică începe în partea stângă a inimii. Sângele intră în atriul stâng, apoi trece printr-o valvă în ventriculul stâng. Ventriculul stâng pompează sângele bogat în oxigen în **aortă**, cea mai mare arteră din organism. Din aortă sângele este distribuit către alte **artere** ale circulaţiei sistemice. Prin aceste artere, sângele circulă către cap, torace, regiunea abdominală şi alte părţi ale organismului.

La nivel celular, sângele eliberează oxigenul şi preia dioxidul de carbon. Sângele bogat în dioxid de carbon (şi sărac în oxigen) se întoarce la inimă prin **venele** din sistemul cardiovascular şi venele cave. Când ajunge la inimă, sângele intră în atriul drept, completând în acest fel circulaţia sistemică.

VALVELE CARDIACE

Un set de valve cardiace asigură circulaţia unidirecţională a sângelui prin inimă, prevenind refluxul. Patru valve cardiace sunt implicate în acest proces. Două dintre aceste valve sunt denumite **valve atrioventriculare**, iar celelalte două sunt denumite **valve semilunare** (Figura 15.4)

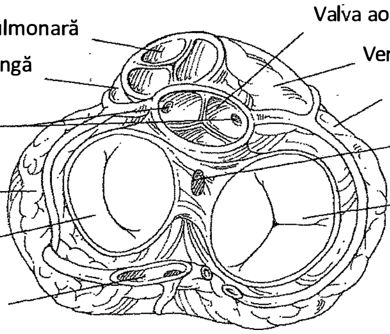


FIGURA 15.4 Vedere de sus a inimii după îndepărtarea atriilor.. Observaţi structura valvelor bicuspidă (cu două cuspisuri) şi tricuspidă (cu trei cuspisuri). Valva aortică şi cea pulmonară sunt valve semilunare. Se pot observa arterele coronare şi sinusul coronarian.

Una dintre valvele atrioventriculare este situată în partea dreaptă a inimii, între atriul şi ventriculul drept. Această valvă este numită **valva tricuspidă**, deoarece are trei cuspisuri. A doua valvă atrioventriculară se află în partea stângă a inimii, între atriul şi ventriculul stâng. Este numită **valvă mitrală** sau **valvă bicuspidă**, deoarece are numai două cuspisuri. Valvele atrioventriculare permit sângelui să curgă din atrii în ventricule şi previn refluxul sângelui în atrii atunci când ventriculele se contractă.

Valvele cardiace atrioventriculare sunt ancorate de muşchii papilari ai peretelui ventricular prin cordoane de colagen de culoare albicioasă. Aceste cordoane tisulare, numite **cordaje tendinoase**, împiedică mişcarea cuspisurilor valvulare înspre atrii. Când cordajele tendinoase sunt lezate sau când leziunea este chiar la nivel valvular, valvele au tendiţa de a se mişca retrograd. În cazul valvei mitrale, această afecţiune se numeşte **prolaps de valvă mitrală.**

Cele două **valve semilunare** se află la emergenţa arterelor principale (aorta şi artera pulmonară) din ventricule..**Valva pulmonară** delimitează intrarea în trunchiul pulmonar, ce se extinde de la ventriculul drept spre plămâni. Această valvă previne refluxul sângelui în ventriculul drept când acesta se relaxează. **Valva aortică** este situată la emergenţa aortei. Ea previne refluxul sângelui în ventriculul stâng (Tabelul 15.1).

TABELUL 15.1 PREZENTARE SUCCINTĂ A VALVELOR CARDIACE

Valva	Localizare	Funcție
Valva tricuspidă	Între atriul drept și ventriculul drept	Previne refluxul sângelui din ventriculul drept înapoi în atriul drept în timpul contracției ventriculare
Valva pulmonară	Între ventriculul drept și artera pulmonară	Previne refluxul sanguin din artera pulmonară în ventriculul drept în timpul relaxării ventriculare
Valva bicuspidă (mitrală)	Între atriul stâng și ventriculul stâng	Previne refluxul sângelui din ventriculul stâng înapoi în atriul stâng în timpul contracției ventriculare
Valva aortică	Între ventriculul stâng și aortă	Previne refluxul sângelui din aortă înapoi în ventriculul stâng în timpul relaxării ventriculare

CIRCULAȚIA CORONARIANĂ

Deoarece inima se află într-o activitate continuă, ea trebuie alimentată permanent cu sânge. Arterele care îi furnizează sânge sunt **arterele coronare**; vasele care drenează muşchiul cardiac sunt **venele cardiace**. Arterele coronare furnizează sânge oxigenat muşchiului cardiac; ulterior, sângele sărac în oxigen este drenat de către venele cardiace, îl conduc în **sinusul coronarian** (Figura 15.5). Sinusul trimite sângele în atriul drept.

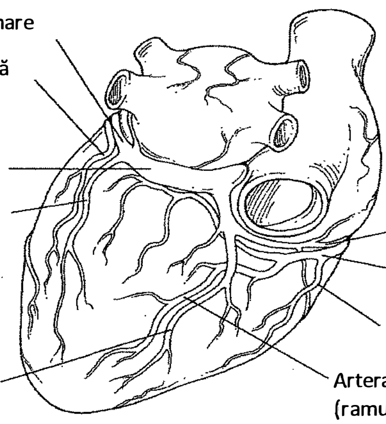


FIGURA 15.5 Vedere dinspre lateral a inimii, ilustrând câteva dintre arterele coronare şi venele cardiace. Sinusul coronarian este situat aproape de venele cave și se golește în atriul drept împreună cu aceste vene.

Obstrucţia prelungită a arterelor coronare prin cheaguri de sânge se numeşte **tromboză coronariană**. Această afecţiune poate produce moartea celulelor miocardice. Când celulele miocardice mor, apare **infarctul miocardic**, cunoscut şi sub numele de **atac de cord**.

MUŞCHIUL CARDIAC

Din punct de vedere fiziologic şi biochimic, **muşchiul cardiac** este asemănător muşchiului striat scheletic. O diferenţă structurală este, însă, notabilă: celulele muşchiului striat scheletic sunt alungite şi cilindrice, în timp ce celulele miocardului sunt mai scurte, mai late, mai ramificate, şi interconectate. Joncţiunile dintre celulele musculare cardiace apar la nivelul unor conexiuni numite **discuri intercalare**. Discurile intercalare conţin multe joncţiuni de tip gap, care permit citoplasmei unei fibre musculare cardiace să comunice cu cea a fibrei învecinate. Discurile intercalare conţin şi desmozomi, care formează o legătură mai strânsă decât joncţiunile de la nivelul celulelor musculare scheletice. Astfel, celulele miocardului funcţionează ca nişte unităţi mai integrate decât celulele musculare scheletice.

Celulele musculare cardiace primesc energie din metabolism în acelaşi fel ca şi cele musculare scheletice, însă au nevoie de mai multă energie deoarece activitatea lor metabolică este mai intensă.

Contracţiile celulelor musculare cardiace nu sunt iniţiate de impulsuri venite de la sistemul nervos. Inima iniţiază şi distribuie impulsuri pentru a determina contracţia celulelor miocardice printr-un ţesut specializat, denumit ţesut excitoconductor. Celulele sistemului excitoconductor se depolarizează şi se repolarizează pe tot parcursul vieţii unei persoane fără intervenţia sistemului nervos. Prima componentă a sistemului excitoconductor constă din celulele **nodului sinoatrial (SA)**. Această masă de celule musculare cardiace prevăzute cu autoritmicitate este situată în peretele superior al atriului drept. Impulsurile generate de nodul sinoatrial ajung, în cele din urmă, în toată inima. Nodul SA determină ritmul contracţiilor cardiace, de aceea este cunoscut ca **stimulator cardiac** (pace-maker) (Figura 15.6). Nodul SA se depolarizează, fără intervenţie nervoasă, de 70-80 de ori pe minut. Unda de depolarizare iniţiată în nodul SA stabileşte ritmul sinusal.

Impulsurile sunt distribuite de la nodul SA în ţesutul atrial de la celulă la celulă, prin intermediul joncţiunilor gap din discurile intercalare. Impulsurile se răspândesc prin fibre la al doilea nod principal al inimii, numit **nodul atrioventricular** (AV). Nodul atrioventricular este situat în septul interatrial (între cele două atrii). Impulsurile care ajung la nodul AV se transmit unui grup mai voluminos de fibre, cunoscut sub numele de **fasciculul His**, situat în septul interventricular. Acesta este format din două ramuri, dreaptă şi stângă, ce se continuă cu **fibrele Purkinje**, care se distribuie în miocardul ventricular, asigurând transmiterea impulsurilor necesare contracţiei acestuia. Potenţialele de acţiune ale inimii urmează procesul de depolarizare şi repolarizare tipic tuturor celulelor musculare (Capitolul 8).

Transmiterea impulsului prin sistemul conductor al inimii poate fi înregistrată prin **electrocardiogramă** (ECG). Pe o electrocardiogramă normală se disting trei unde care apar în fiecare ciclu cardiac. Prima undă, **unda P**, este o undă ascendentă care indică depolarizarea atriilor şi distribuirea impulsului de la nodul SA, prin atrii, spre nodul AV, determinând contracţia atrială. A doua undă este **complexul QRS**, alcătuit dintr-o undă descendentă, urmată de o undă ascendentă largă şi apoi de o undă descendentă. Acest

complex reflectă depolarizarea ventriculelor. Apoi urmează o deflexiune rotunjită, numită **unda** T. Aceasta reprezintă repolarizarea ventriculară (Figura 15.7).

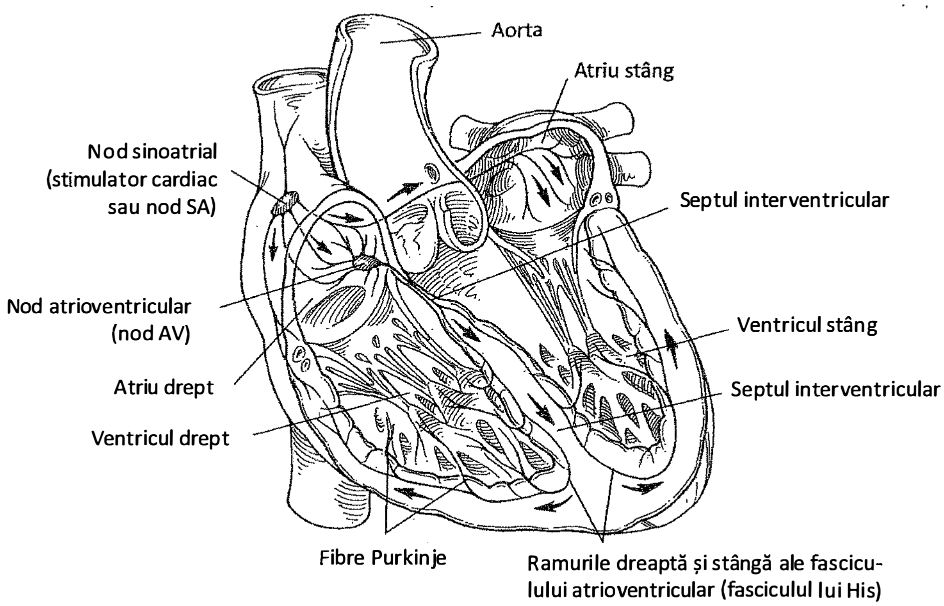


FIGURA 15.6 Sistemul excitoconductor al inimii. Impulsurile sunt generate în nodul SA şi trec lateral spre alte zone ale inimii prin fibrele Purkinje. Impusurile de la nodul SA stimulează nodul AV şi de la acest nivel trec mai departe la fasciculul His şi la fibrele Purkinje.

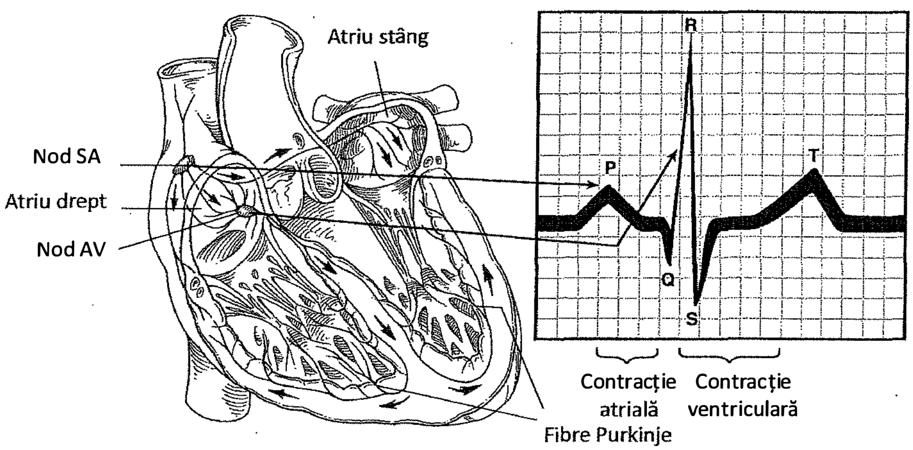


FIGURA 15.7 Ciclul cardiac aşa cum este reprezentat pe electrocardiogramă (ECG). Impulsurile de la nodul SA determină depolarizarea atrială şi sunt redate prin unda P. După o pauză foarte scurtă, impulsurile de la nodul AV determină depolarizarea ventriculară. Această depolarizare este prezentată sub forma complexului QRS. Unda T reprezintă perioada în care celulele musculare se repolarizează după contracţie.

Deşi stimularea externă nu este necesară pentru activitatea cardiacă, sistemul nervos autonom poate realiza un controlul nervos asupra inimii. Impulsurile sistemului nervos simpatic cresc frecvenţa bătăilor cardiace şi contracţia ventriculară, iar sistemului nervos parasimpatic le diminuă (Capitolul 11).

Deşi ritmul cardiac este de obicei regulat, pot să apară dereglări. Acestea se numesc **aritmii**. Când inima se contractă rapid şi neregulat, se spune că fibrilează, afecţiune numită **fibrilaţie**. Pentru a defibrila inima poate fi utilizat un şoc electric puternic.

CICLUL CARDIAC

Alternanţa contracţiilor şi relaxărilor cavităţilor cardiace reprezintă **ciclul cardiac**. Termenul **sistolă** se referă la contracţiile inimii; termenul **diastolă** se referă la perioadele de relaxare ale inimii. Prin urmare, ciclul cardiac este alcătuit din sistolă şi diastolă.

În timpul sistolei ventriculare (sângele este pompat afară), atriile sunt în diastolă şi se umplu cu sânge. Când presiunea sângelui în atrii o depăşeşte pe cea din ventricule, forţa exercitată de sânge asupra valvelor atrioventriculare determină curgerea acestuia în ventricule. Presiunea sanguină în ventricule creşte, iar în timpul contracţiei sângele curge fie în artera pulmonară, fie în aortă. Cantitatea de sânge pompată de un ventricul în timpul fiecărei sistole este numită **volum bătaie**. Cantitatea de sânge pompată de un ventricul pe minut se numeşte **debit cardiac**.

Inima bate de aproximativ 70-75 de ori pe minut, iar un ciclu cardiac are o durată mai mică de o secundă. Deoarece volumul bătaie la un adult este în medie de aproximativ 70 ml de sânge, debitul cardiac mediu este de aproximativ 5250 ml de sânge pe minut. Circulaţia sanguină este controlată de modificările de presiune, iar sângele va curge prin orice orificiu disponibil.

Când valvele atrioventriculare se închid, inima emite un zgomot, reprezentat prin onomatopeea **„lub"**. Acesta este primul zgomot cardiac. Apoi, sângele curge prin artera pulmonară şi aortă, iar valvele semilunare se închid. Acest sunet este descris onomatopeic prin **„dub"**. Astfel, zgomotele cardiace sunt descrise ca „lub-dub". Zgomotele cardiace anormale, numite **sufluri**, indică de obicei o afecţiune a valvelor. Zgomotele cardiace pot fi ascultate cu ajutorul stetoscopului.

VASELE SANGUINE

Vasele sanguine formează o reţea de tuburi care transportă sângele dinspre inimă către celulele şi ţesuturile organismului şi invers. Acestea reprezintă un element esenţial al sistemului cardiovascular, deoarece asigură mediul necesar pentru îndeplinirea funcţiilor celulelor sanguine.

Vasele care transportă sângele de la inimă sunt denumite **artere**. Arterele se divid în vase mai mici numite **arteriole** care, la nivelul organelor şi ţesuturilor, se ramifică în vase microscopice numite **capilare**. Sângele din capilare deserveşte ţesuturile. Capilarele părăsesc apoi mediul celular şi formează vene mici numite **venule**. Venulele se unesc cu alte venule pentru a forma vase mai mari, **venele**, care transportă sângele înapoi la inimă. (Tabelul 15.2).

Toate vasele sanguine, cu excepţia capilarelor, au în componenţa peretelui trei straturi distincte. Aceste straturi se numesc **tunici**. Ele înconjoară **lumenul** vaselor de sânge. Tunica interioară care căptuşeşte lumenul vascular este **tunica internă**. Acest înveliş este alcătuit dintr-un strat subţire endotelial, format din epiteliu simplu pavimentos aşezat pe o membrană bazală. O continuare a endoteliului, cunoscută sub denumirea de endocard, căptuşeşte inima şi acoperă valvele cardiace. Stratul mijlociu este **tunica medie**, alcătuită în principal din celule musculare netede şi fibre elastice aparţinând ţesutului conjunctiv. Stratul exterior al vaselor de sânge este **tunica externă**. Principalul tip de țesut al acestui strat este format dintr-o ţesătură laxă de fibre de colagen. Fibrele protejează vasele sanguine şi asigură fixarea lor de ţesuturile învecinate.

TABELUL 15.2 O COMPARAȚIE ÎNTRE VASELE SANGUINE ALE ORGANISMULUI

Vasul	Structura	Funcția
Artera	Perete gros, rezistent, cu trei straturi – stratul endotelial, stratul mijlociu, format din celulele musculare netede și țesut elastic, și stratul extern, format din țesut conjunctiv	Transportă sângele la presiune ridicată de la inimă la arteriole
Arteriola	Perete mai subțire decât arterele, dar tot cu trei straturi; arteriolele mai mici au endoteliu, câteva celule musculare netede și o cantitate mică de țesut conjunctiv	Leagă arterele de capilare; ajută la controlul circulației sângelui în capilare prin vasoconstricție sau vasodilatație
Capilarul	Un singur strat de epiteliu pavimentos	Reprezintă o membrană semipermeabilă prin care se realizează schimburile de nutrienți, gaze și reziduuri între sânge și celulele din țesuturi; leagă arteriolele de venule
Venula	Perete subțire, cu mai puțin țesut muscular neted și elastic decât arteriolele	Leagă capilarele de vene
Vena	Perete mai subțire decât cel arterial, dar cu straturi similare; stratul mijlociu mai slab dezvoltat; unele au valve	Transportă sângele la presiune mică de la venule la inimă; valvele previn circulația retrogradă a sângelui; servesc drept rezervor de sânge

ARTERELE

Spaţiul central, gol, din interiorul arterelor se numeşte **lumen**, şi este înconjurat de trei straturi de ţesut. Tunica internă este alcătuită din epiteliu simplu pavimentos şi este denumită **endoteliu**. Acest strat intern conţine şi ţesut elastic. Tunica medie este alcătuită dintr-un strat gros de muşchi neted şi din ţesut elastic. Tunica externă este alcătuită în principal din fibre elastice şi colagen.

Arterele au capacitatea de a se destinde şi a se adapta la sângele ce pulsează în interiorul lor când inima se contractă. Această expansiune se datorează ţesutului conjunctiv elastic. Când inima se relaxează, ţesutul elastic revine la forma inițială şi împinge sângele înainte.

Muşchiul neted din peretele arterelor se poate contracta pentru a regla fluxul sanguin în aval. Micşorarea lumenului arterial, numită **vasoconstricţie**, poate fi indusă de impulsuri nervoase de la nivelul sistemului nervos simpatic. Mărirea în dimensiune a lumenului, numită **vasodilataţie**, apare în absenţa impulsurilor de la acest sistem.

ARTERIOLE, CAPILARE ŞI VENULE

Pereţii **arteriolelor** mari sunt similari cu cei ai arterelor dar, pe măsură ce arteriolele scad în dimensiune, ele sunt alcătuite în principal din endoteliu şi în mai mică măsură din muşchi neted. Ca şi arterele, arteriolele suferă vasoconstricţie şi vasodilataţie pentru a ajusta fluxul sanguin.

Capilarele, structuri microscopice, leagă arteriolele de venule. Capilarele pot fi întâlnite practic lângă fiecare celulă a organismului, în special cele care au o activitate metabolică crescută (aceste celule au nevoie de mai mult oxigen decât altele). Schimbul de nutrienţi şi gaze se produce între sânge şi celulele corpului, transendotelial, după cum explică legea mişcării fluidelor a lui Starling (Capitolul 21). Pereţii capilarelor au un singur strat de celule endoteliale, prin care moleculele mici pot să treacă cu uşurinţă. Sângele trece din arteriole în patul capilar, care este alcătuit din grupuri de mai multe capilare. Un **sfincter precapilar** reglează intrarea sângelui în patul capilar. Sfincterele sunt muşchi dispuşi circular, care se deschid sau se închid pentru a regla fluxul sanguin în capilare, pentru a asigura ţesuturilor necesarul de sânge.

Venulele se formează prin unirea mai multor capilare. Venulele colectează sângele şi îl transportă în vene. Pereţii venulelor mici sunt similari cu cei ai arteriolelor mici, dar venulele mari au aceeaşi structură ca şi a venelor.

VENELE

Venele au structură similară cu arterele, cu excepţia faptului că tunica externă a venelor este mai groasă, iar tunica medie este mai subţire. Deoarece sângele care curge printr-o venă nu este sub presiune, curgerea sa este lină, în comparaţie cu sângele din artere, care pulsează. Deoarece sângele curge cu presiune mai mică, pereţii venelor nu trebuie să fie atât de rezistenţi ca cei ai arterelor.

Pentru a ajuta curgerea sângelui, multe vene prezintă pliuri ale stratului intern, care formează **valve**. Valvele previn refluxul sângelui venos, în special la nivelul membrelor inferioare (Figura 15.8). Când valvele slăbesc, sângele se scurge înapoi, iar presiunea sângelui dilată peretele venos. Venele dilatate se numesc **vene varicoase**. Înaintarea în vârstă, statul prelungit în picioare şi sarcina contribuie la dezvoltarea venelor varicoase.

Venele servesc drept rezervoare de sânge, deoarece conţin o mare parte din sângele organismului. Aproximativ 60% din volumul sanguin se află în vene şi venule.

PRESIUNEA ARTERIALĂ ŞI PULSUL

Presiunea arterială reprezintă presiunea exercitată de sânge asupra pereţilor vasculari. Presiunea arterială este determinată de debitul cardiac (cu cât debitul cardiac este mai

mare, cu atât presiunea arterială este mai mare), precum și de rezistența la fluxul sanguin. Aceasta apare datorită vâscozității sângelui, lungimii vaselor de sânge și a diametrului vaselor sanguine.

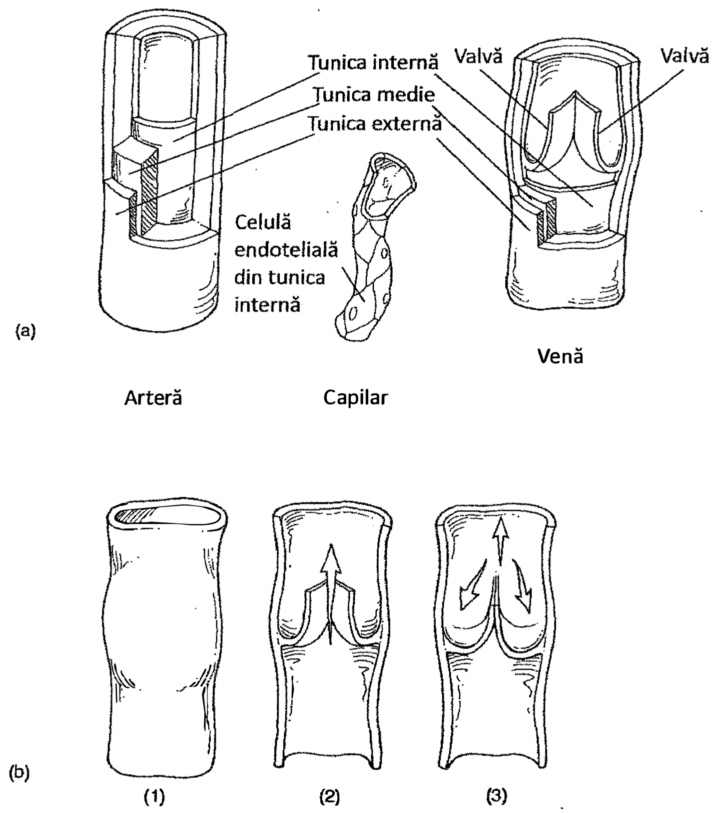


FIGURA 15.8 Vasele sanguine și valvele. (a) Structura comparată a arterei, venei și capilarului. Se observă cele trei tunici care alcătuiesc peretele arterelor și al venelor; prin comparație, peretele capilarului este format dintr-un singur strat de celule, ce alcătuiește tunica internă. Pereții arterei sunt mai groși decât cei venoși, pentru a rezista la presiunea sângelui. (b) Arterele și capilarele nu au valve; valvele sunt prezente doar în vene. În venă, zona unde este situată valva (1) este dilatată. Valva se deschide când trece sângele (2), iar apoi lambourile valvei se unesc (3), închizând-o și împiedicând refluxul sângelui.

Presiunea arterială poate fi măsurată cu **sfigmomanometrul**, care conține o coloană de mercur (Hg) ce se ridică, odată cu presiunea din manșeta care se umflă la nivelul brațului, deasupra valorii de 160 mmHg când comprimă arterele. Apoi se folosește un stetoscop pentru a asculta curgerea sângelui în artera ulnară. Manșeta se dezumflă, până când se aud sunetele datorate curgerii turbulente, numite **zgomotele lui Korotkoff**. Acestea reprezintă **presiunea sistolică** (presiunea care apare în timpul sistolei), care în mod normal este de aproximativ 120 mmHg. În timpul diastolei, sângele continuă să exercite presiune asupra pereților vasculari, iar zgomotele Korotkoff încă se mai aud. Se dezumflă manșeta până când nu se mai aud zgomotele Korotkoff și se notează presiunea la care ele dispar. Această presiune, **presiunea diastolică**, este suficientă pentru a ridica coloana de mercur la aproximativ 80 mmHg. Prin urmare, presiunea arterială medie a

unei persoane, poate fi exprimată ca presiune sistolică „per" presiune diastolică, sau „120/80". Numeroase afecţiuni pot creşte sau scădea presiunea arterială. De exemplu, îngustarea lumenului arterial poate creşte semnificativ presiunea arterială.

Ventriculul stâng al inimii se contractă şi se relaxează, împingând sângele în artere şi determinând **pulsul**, o undă de presiune în artere. Pulsul este mai puternic în apropierea inimii şi mai slab pe măsură ce sângele se îndepărtează de inimă. În mod obişnuit pulsul se măsoară la nivelul arterei radiale, la încheietura mâinii, dar se poate măsura şi pe artera carotidă şi poplitee. Pulsul are aceeaşi frecvenţă cu cea cardiacă, iar media este de aproximativ 70-75 de bătăi pe minut. Un puls rapid reflectă o frecvenţă cardiacă rapidă, situaţie numită **tahicardie**. Un puls scăzut reflectă un ritm cardiac scăzut, situaţie numită **bradicardie**.

Volumul de sânge din circulaţie este de aproximativ cinci litri. O scădere a acestui volum, de exemplu datorită unei sângerări excesive, poate determina scăderea presiunii arteriale. Scăderea frecvenţei cardiace poate determina de asemena scăderea presiunii arteriale, deoarece volumul de sânge pompat de inimă este mai mic.

REGLAREA FLUXULUI CARDIAC

Homeostazia organismului presupune ca fluxul sanguin să fie reglat, iar presiunea arterială să fie menţinută într-un anumit interval. Presiunea arterială crescută poate afecta inima, encefalul, rinichii şi alte organe, în timp ce presiunea arterială scăzută poate duce la un aport insuficient de oxigen şi nutrienţi la nivel celular.

Fluxul sanguin poate fi reglat de centrii reglatori din encefal sau din alte regiuni ale sistemului nervos, şi de diferite substanţe chimice prezente în organism. **Centrul vasomotor** este alcătuit dintr-un grup de neuroni simpatici situaţi în medulla oblongata (bulbul rahidian) a encefalului. Din acest centru pornesc impulsuri spre muşchii netezi din pereţii arteriolelor şi, astfel, se controlează diametrul vaselor sanguine şi presiunea sanguină. Acest control ajută la menţinerea unei presiuni arteriale constante în organism. Scăderea numărului impulsurilor simpatice determină vasodilataţie şi o presiune arterială mai mică.

O altă formă de reglare este prin intermediul **baroreceptorilor**. Aceştia sunt grupuri de neuroni situaţi în arterele mari ale gâtului şi toracelui, ca aorta şi arterele carotidiene. Baroreceptorii trimit impulsuri pentru a creşte sau a scădea activitatea miocardului, şi astfel reglează fluxul sanguin. Ei trimit impulsuri şi la centrul vasomotor şi controlează indirect circulaţia prin vasodilataţie sau vasoconstricţie.

Anumiţi neuroni sunt sensibili la unele substanţe chimice din sânge. Aceşti neuroni, numiţi **chemoreceptori**, sunt grupaţi în două mase de ţesut, localizate la nivelul ramificaţiei arterei carotide comune în arterele carotide externă şi internă. Grupările sunt numite **corpusculi carotidieni**. Alţi chemoreceptori se găsesc în **corpusculii aortici**, mici mase de ţesut localizate în apropierea aortei. Chemoreceptorii reacţionează la concentraţii anormale de oxigen, dioxid de carbon şi ioni de hidrogen din sânge. Ei transmit impulsuri centrului vasomotor, care reglează fluxul sanguin.

Circulaţia poate fi reglată, de asemenea, de centrii din **cortexul cerebral**. De exemplu, în cursul perioadelor de furie intensă, neuronii corticali trimit impulsuri la hipotalamus şi apoi la centrul vasomotor. În timpul episoadelor de depresie profundă, prin aceeaşi cale, presiunea sanguină poate fi scăzută.

Anumite substanţe chimice pot afecta presiunea arterială, producând vasoconstricţie. Două exemple de substanţe care acţionează în acest fel sunt **epinefrina (adrenalina)** şi **norepinefrina (noradrenalina)**. Ambele sunt hormoni produşi de glandele suprarenale şi pot creşte frecvenţa cardiacă şi astfel fluxul sanguin. Alt hormon, **hormonul antidiuretic** (Capitolul 13), eliberat de hipofiza posterioară, determină vasoconstricţie prin reglarea cantităţii de apă din sânge.

Autoreglarea sfincterelor precapilare controlează fluxul sanguin în patul capilar, facilitând intrarea unei cantităţi mai mari de sânge în ţesuturile mai active.

ȘOCUL

Şocul este o afecţiune care se manifestă atunci când sistemul cardiovascular nu reuşeşte să furnizeze suficient oxigen şi nutrienţi celulelor organismului. Această situaţie poate determina moartea celulară. Hemoragia, deshidratarea, vărsăturile prelungite sau transpiraţia excesivă pot duce la şoc. Şocul poate fi hipovolemic (volum scăzut datorită pierderii de sânge), obstructiv (obstrucţie mecanică a fluxului sanguin, de exemplu cauzată de un tromb) sau septic (leziune toxică datorată microorganismelor).

Câteva dintre simptomele care apar în şoc sunt presiunea sanguină scăzută şi tegumentele umede, reci, palide, datorită constricţiei vaselor de sânge din piele. Un alt simptom caracteristic este transpiraţia. Persoana devine dezorientată şi frecvent îşi pierde conştienţa datorită lipsei oxigenului la nivel cerebral. Frecvent, se poate observa tahicardie. Pulsul este slab şi rapid din cauza debitului cardiac scăzut. Transfuzia sanguină poate fi folosită pentru a corecta simptomatologia şocului hipovolemic.

TIPURI DE CIRCULAȚIE SANGUINĂ

După cum s-a amintit mai înainte, circulaţia sanguină este compusă din circulaţia pulmonară şi cea sistemică. Principala arteră din circulaţia sistemică este aorta, iar principalele vene sunt vena cavă inferioară şi superioară. Alte artere din corpul uman îşi au originea în aortă, imediat după emergenţa acesteia din ventriculul stâng, pe măsură ce se formează arcul aortic. Aici au originea **arterele coronare**, ce deservesc muşchiul cardiac, şi arterele principale ale gâtului şi capului.

După ce se arcuieşte, **aorta** coboară de-a lungul coloanei vertebrale şi dă naştere altor **artere sistemice**, care transportă sângele la organe. Figura 15.9 ilustrează localizarea mai multor artere importante, dintre care enumerăm arterele carotide ale gâtului, arterele subclaviculare ale umărului, arterele axilară, brahială, radială şi ulnară ale membrului superior, arterele intercostale ale peretelui toracic, arterele frenice ale diafragmei, artera celiacă ce dă naştere arterelor gastrică stângă, splenică şi hepatică, artera mezenterică superioară, care se extinde la intestinul subţire, arterele renale, la nivelul rinichilor, arterele iliace comune, la nivelul membrelor inferioare, şi artera iliacă externă, care dă naştere arterelor femurală, poplitee şi tibială.

După ce sângele a deservit celulele, **capilarele** îl conduc spre venule, vene şi în cele din urmă în venele cave. Cele două **vene cave** aduc sângele în atriul drept. Figura 15.10 ilustrează principalele vene ale sistemului venos. Printre cele mai importante sunt venele jugulare ale gâtului, venele axilară, brahială, radială şi ulnară din membrul superior,

venele azygos şi hemiazygos de la muşchii toracici, venele splenică, mezenterică inferioară şi mezenterică superioară de la organele abdominale şi venele iliace comune de la nivelul membrelor inferioare.

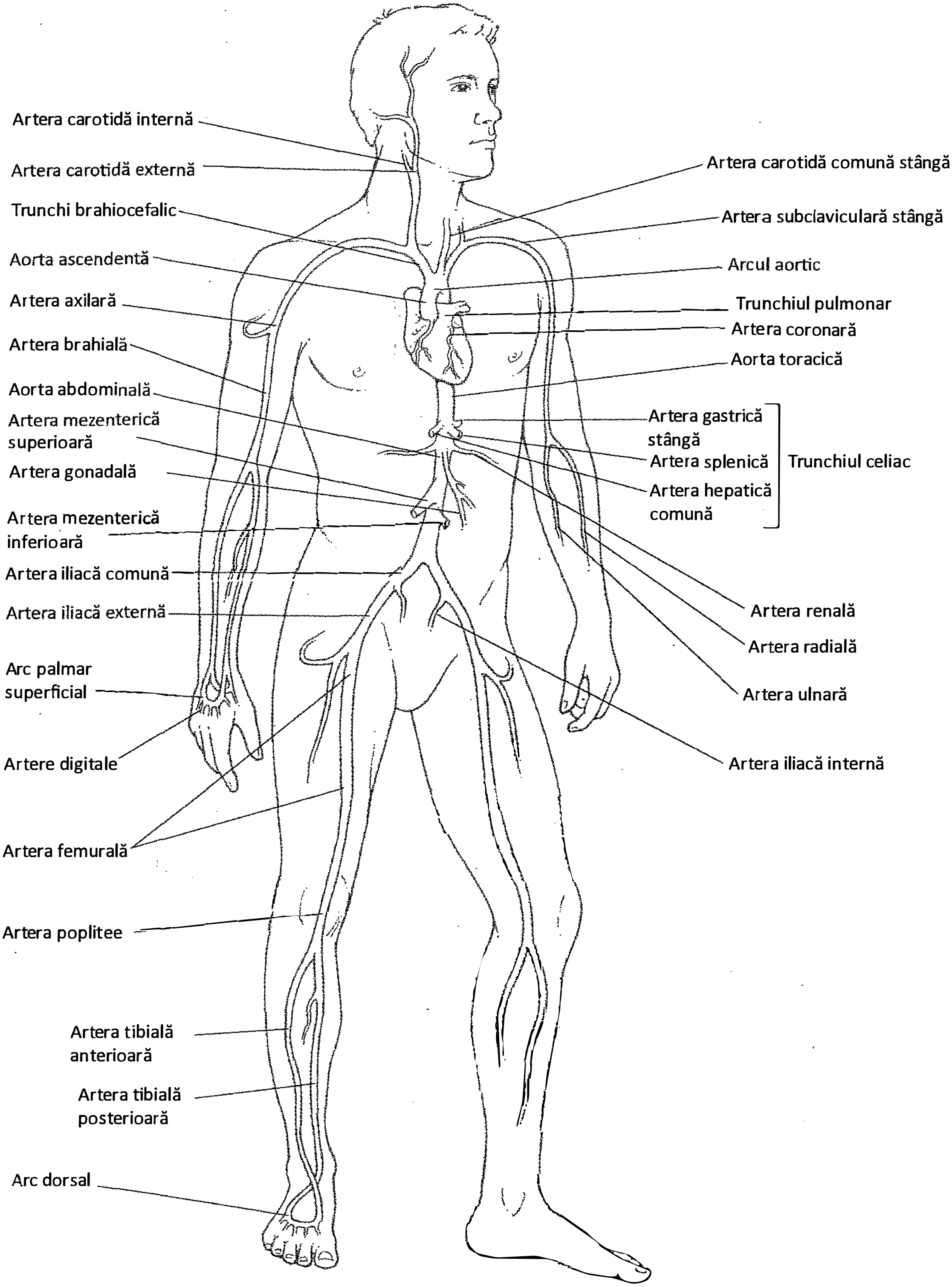


FIGURA 15.9 Principalele artere ale organismului uman.

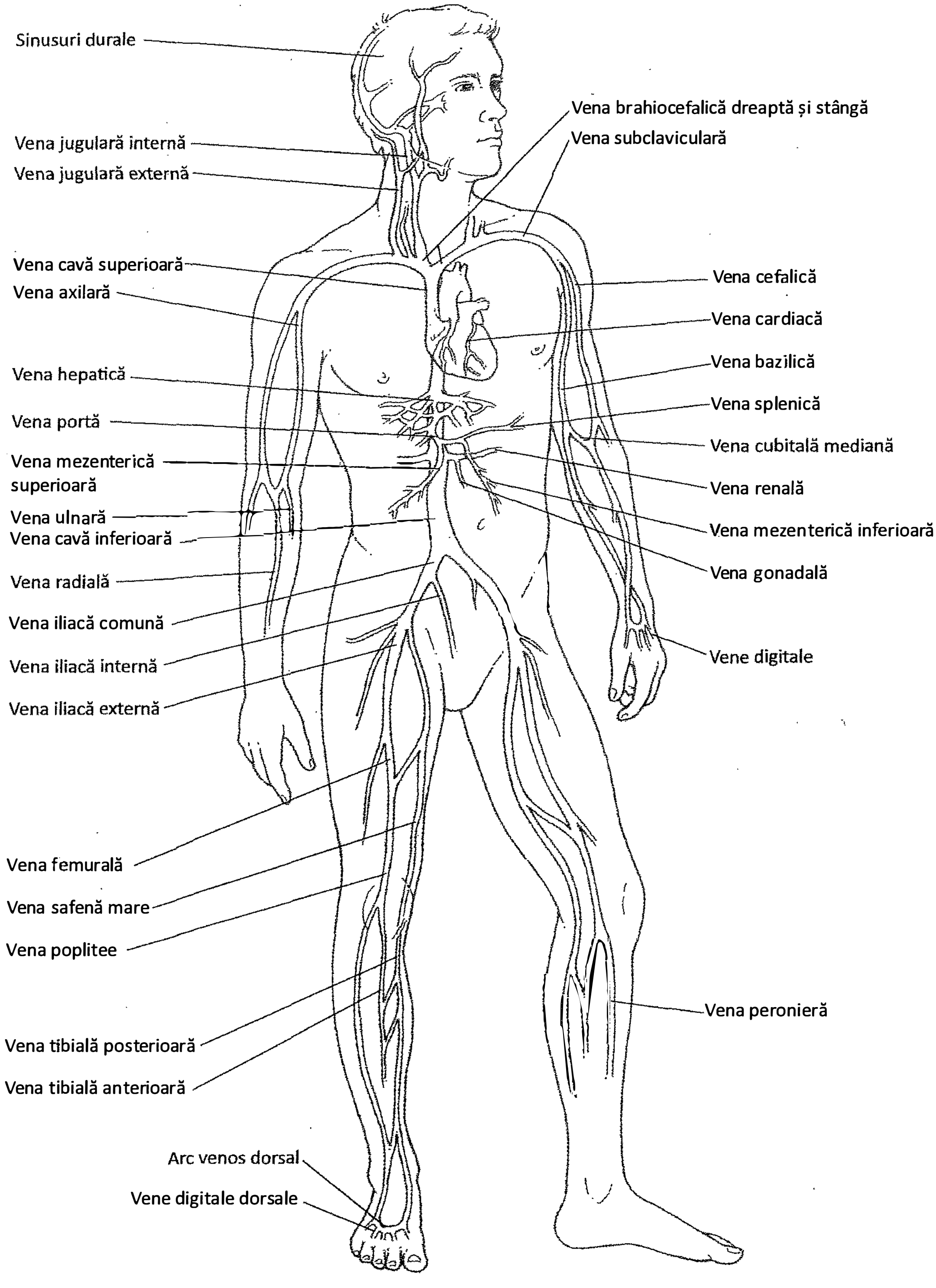


FIGURA 15.10 Principalele vene ale organismului uman, cu excepţia venelor pulmonare.

Circulaţia pulmonară transportă sângele din ventriculul drept la ţesutul pulmonar şi apoi în atriul stâng. Cele două artere pulmonare, ce provin din trunchiul pulmonar, pătrund în cei doi plămâni, iar după ce schimbul gazos s-a efectuat, capilarele se unesc

pentru a forma venele pulmonare. Acestea părăsesc plămânii şi duc sângele în atriul stâng. Arterele pulmonare sunt singurele artere care transportă sânge sărac în oxigen, iar venele pulmonare sunt singurele vene care transportă sânge bogat în oxigen.

În organism pot fi întâlnite şi alte sisteme circulatorii. De exemplu, **circulaţia cerebrală** este alcătuită din numeroase vase care pornesc din **poligonul lui Willis**, o structură alcătuită din arterele mari de la baza encefalului. Arterele irigă encefalul, continuându-se cu vene, care părăsesc encefalul.

Un alt sistem circulator este **sistemul port hepatic**, care transportă sângele de la tractul gastrointestinal şi splină către ficat (Figura 15.11). Circulaţia hepato-portală are loc într-o singură direcţie. Scopul acesteia este să transporte nutrienţii la ficat, pentru prelucrare. Principalul vas al circulaţiei hepato-portale este **vena portă,** ce se formează în tractul gastrointestinal şi merge spre ficat. După ce trece prin ficat, sângele pleacă prin venele hepatice, care apoi se unesc cu vena cavă inferioară. Sângele din sistemul port-hepatic este sărac în oxigen, deoarece a deservit tractul gastrointestinal. Pentru a asigura nutriţia propriilor celule, ficatul primeşte sânge bogat în oxigen prin intermediul arterei hepatice, ramură a aortei.

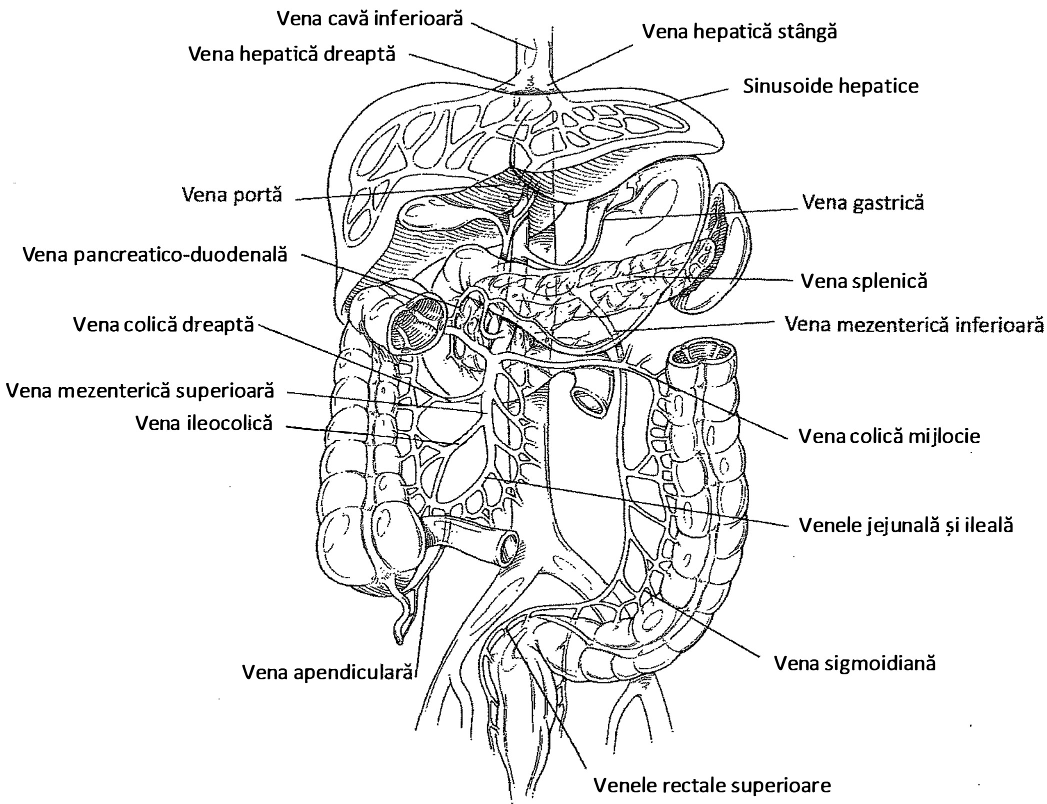
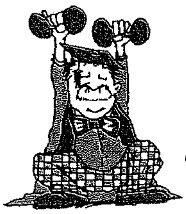


FIGURA 15.11 Sistemul port hepatic. Sistemul este alcătuit din vase sanguine care se formează în ţesuturile intestinale şi în jurul organelor digestive şi transportă sânge şi nutrienţi la ficat. Nutrienţii sunt procesaţi în ficat şi apoi eliberaţi prin vena hepatică, care îi transportă în circulaţia generală şi la celulele din ţesuturi.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

Secțiunea A *– Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale inimii și vasele sanguine.*

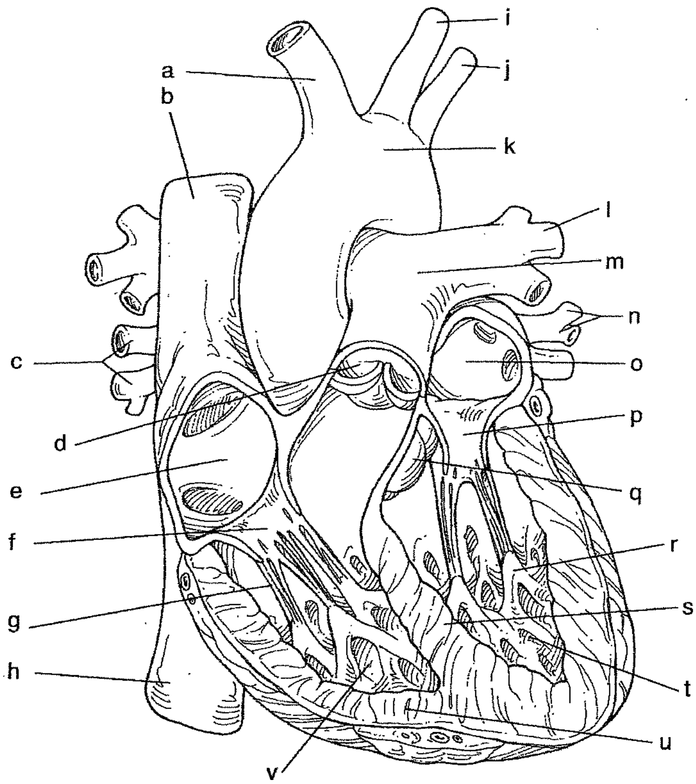
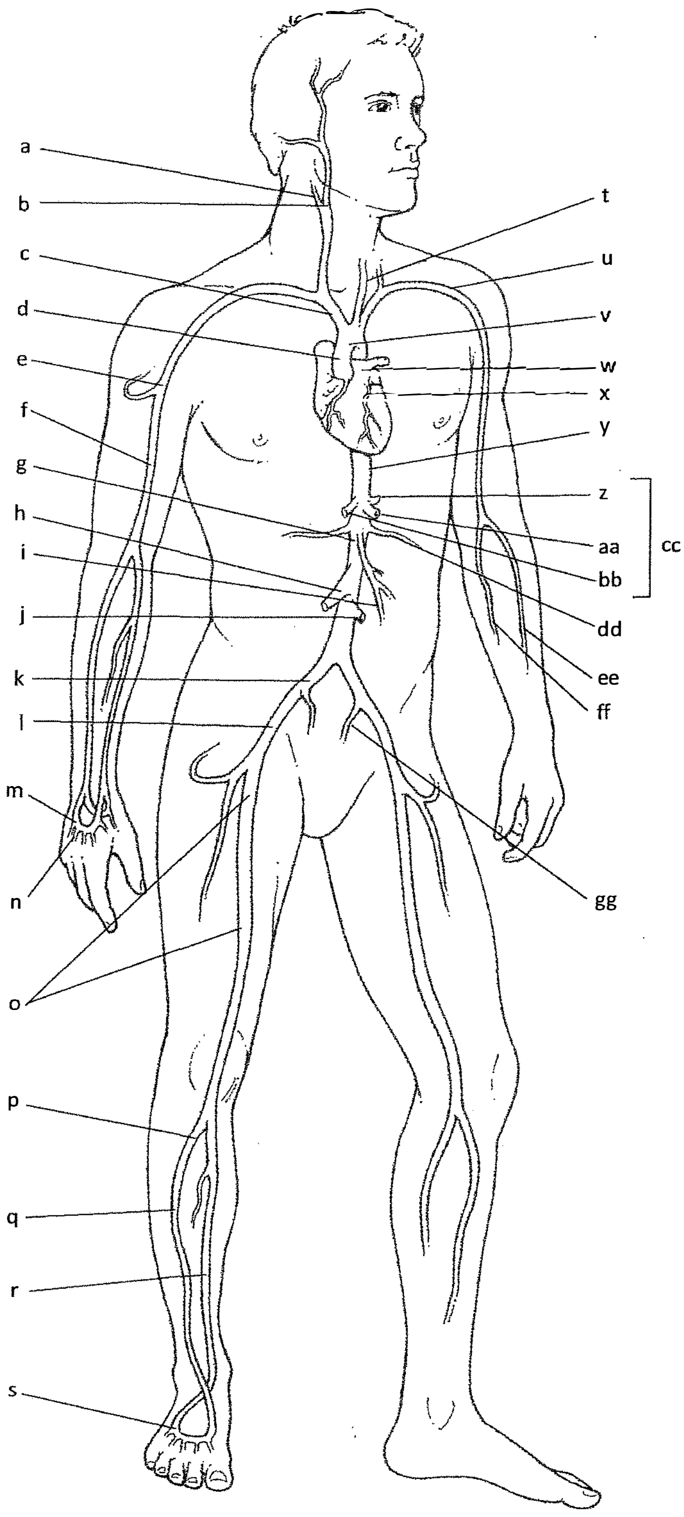


FIGURA 15.12

1. Arcul aortic
2. Valva aortică semilunară
3. Trunchiul brahiocefalic
4. Cordaje tendinoase
5. Vena cavă inferioară
6. Septul interventricular
7. Valva atrioventriculară stângă (bicuspidă)
8. Atriul stâng
9. Artera carotidă comună stângă
10. Artera pulmonară stângă
11. Venele pulmonare stângi
12. Artera subclaviculară stângă
13. Ventriculul stâng
14. Miocardul
15. Muşchiul papilar
16. Valva pulmonară
17. Trunchiul pulmonar
18. Valva atrioventriculară dreaptă (tricuspidă)
19. Atriul drept
20. Arterele pulmonare drepte
21. Ventriculul drept
22. Vena cavă superioară

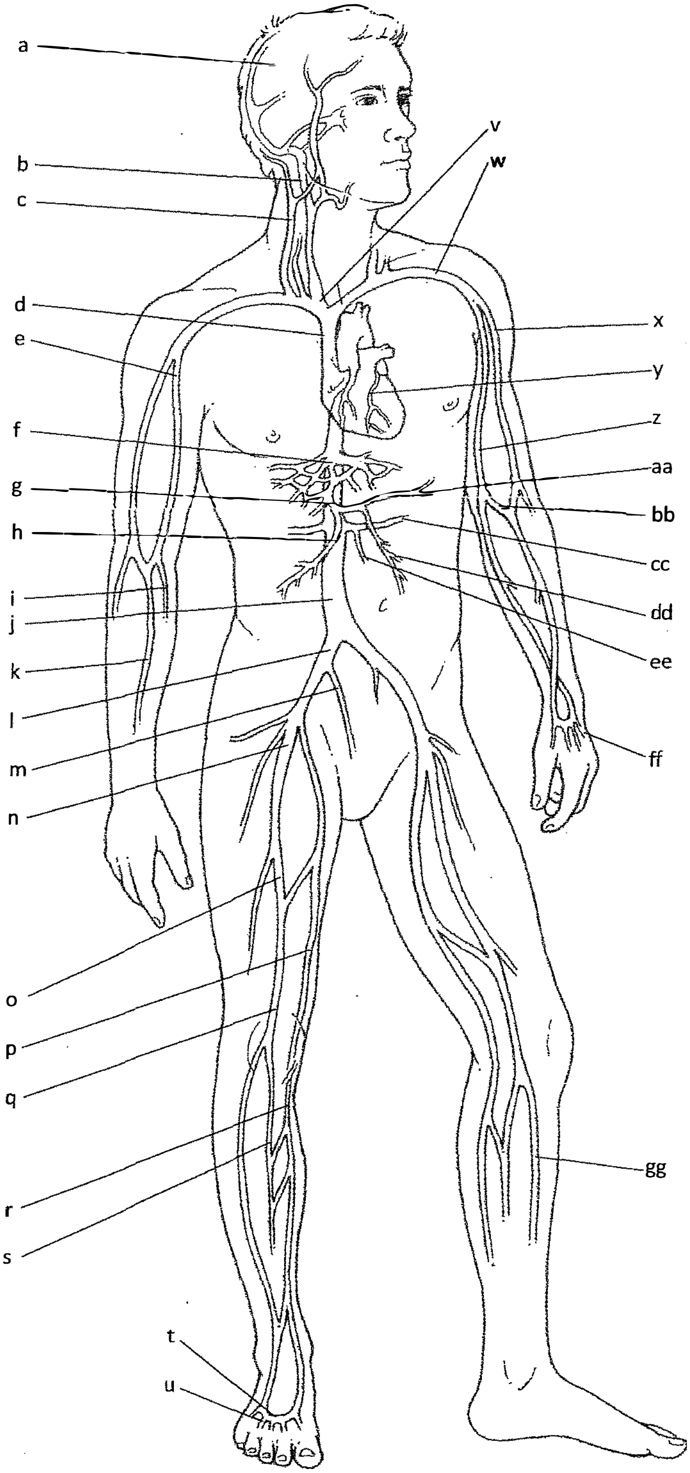
Identificați corect literele corespunzătoare arterelor principale.



__ 1. Aorta abdominală
__ 2. Artera tibială anterioară
__ 3. Arcul aortic
__ 4. Aorta ascendentă
__ 5. Artera axilară
__ 6. Artera brahială
__ 7. Trunchi brahiocefalic
__ 8. Trunchiul celiac
__ 9. Artera hepatică comună
__ 10. Artera iliacă comună
__ 11. Artera coronară
__ 12. Arterele digitale
__ 13. Arcul dorsal
__ 14. Artera carotidă externă
__ 15. Artera iliacă externă
__ 16. Artera femurală
__ 17. Artera gonadală
__ 18. Artera mezenterică inferioară
__ 19. Artera carotidă internă
__ 20. Artera iliacă internă
__ 21. Artera carotidă comună stângă
__ 22. Artera gastrică stângă
__ 23. Artera subclaviculară stângă
__ 24. Artera poplitee
__ 25. Artera tibială posterioară
__ 26. Trunchiul pulmonar
__ 27. Artera radială
__ 28. Artera renală
__ 29. Artera splenică
__ 30. Arcul palmar superficial
__ 31. Artera mezenterică superioară
__ 32. Aorta toracică
__ 33. Artera ulnară

FIGURA 15.13

Identificați corect literele corespunzătoare venelor principale.



__ 1. Vena tibială anterioară
__ 2. Vena axilară
__ 3. Vena bazilică
__ 4. Vena cefalică
__ 5. Vena iliacă comună
__ 6. Vena cardiacă
__ 7. Venele degetelor
__ 8. Venele dorsale ale degetelor
__ 9. Arcul venos dorsal
__ 10. Sinusurile durale
__ 11. Vena iliacă externă
__ 12. Vena jugulară externă
__ 13. Vena femurală
__ 14. Vena gonadală
__ 15. Vena safenă mare
__ 16. Vena portă
__ 17. Vena hepatică
__ 18. Vena mezenterică inferioară
__ 19. Vena cavă inferioară
__ 20. Vena iliacă internă
__ 21. Vena jugulară internă
__ 22. Vena cubitală mediană
__ 23. Vena peronieră
__ 24. Vena poplitee
__ 25. Vena tibială posterioară
__ 26. Vena radială
__ 27. Vena renală
__ 28. Venele brahiocefalice dreaptă și stângă
__ 29. Vena splenică
__ 30. Vena subclavia
__ 31. Vena mezenterică superioară
__ 32. Vena cavă superioară
__ 33. Vena ulnară

FIGURA 15.14

Identificaţi corect literele corespunzătoare veselor sistemului port hepatic.

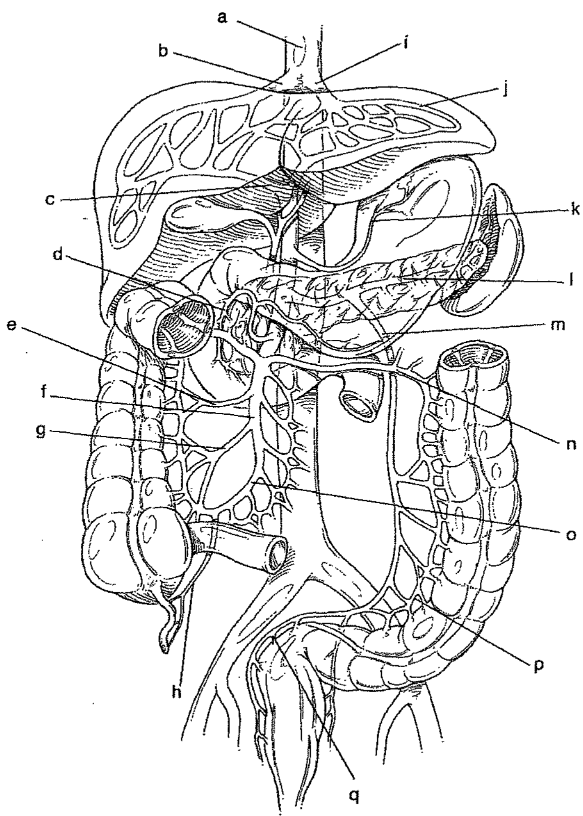


FIGURA 15.15

__ 1. Vena apendiculară
__ 2. Vena gastrică
__ 3. Vena portă
__ 4. Sinusoidele hepatice
__ 5. Vena ileocolică
__ 6. Vena mezenterică inferioară
__ 7. Vena cavă inferioară
__ 8. Venele jejunală şi ileală
__ 9. Vena hepatică stângă
__ 10. Vena colică mijlocie
__ 11. Vena pancreaticoduodenală
__ 12. Vena colică dreaptă
__ 13. Vena hepatică dreaptă
__ 14. Vena sigmoidiană
__ 15. Vena mezenterică superioară
__ 16. Venele rectale superioare
__ 17. Vena splenică

Secțiunea B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Inima este situată într-o zonă a toracelui numită__________.
2. Sacul dublu membranar care înconjoară inima se numeşte__________.
3. Inima are trei straturi de ţesut; stratul mijlociu, cel mai gros, este numit __________.
4. Stratul inimii ce delimitează cavităţile şi acoperă valvele cardiace este __________.
5. Cavităţile inimii sunt separate de un perete longitudinal numit __________.
6. Cavităţile de umplere ale inimii sunt __________.
7. Prelungirea plată, încreţită a atriului, care creşte capacitatea atrială, este __________.
8. Cele două vene cave intră în atriul drept împreună cu o a treia venă, numită __________.
9. Cavităţile cu rol de pompă ale inimii sunt __________.
10. Sângele se întoarce la inimă din plămâni prin intermediul __________.
11. Artera mare care transportă sânge din ventriculul stâng spre organism este __________.
12. Vasele sanguine care transportă sângele de la inimă sunt __________.
13. Vasele sanguine care transportă sângele spre inimă sunt __________.
14. În partea dreaptă a inimii, valva dintre atriul drept şi ventriculul drept este __________.
15. În partea stângă a inimii, valva bicuspidă are două cuspisuri, şi este cunoscută sub numele de __________.
16. Cuspisurile valvelor cardiace sunt ancorate de peretele ventricular prin cordoane de ţesut denumite __________.
17. Valvele situate la emergenţa aortei şi a trunchiului pulmonar sunt denumite __________.
18. Arterele ce vascularizează inima sunt __________.
19. Obstrucţia vaselor ce deservesc miocardul poate cauza un __________.
20. Celulele musculare cardiace sunt conectate între ele prin joncţiuni numite __________.

21. Nodul sinoatrial al inimii se găseşte în peretele __________.

22. Deoarece nodul sinoatrial determină ritmul activităţii cardiace, el este cunoscut sub numele de __________.

23. Fibrele musculare cardiace specializate din septul interventricular, care distribuie impulsurile nervoase spre ţesutul ventricular, sunt __________.

24. Al doilea nod principal al inimii primeşte impulsuri de la nodul sinoatrial şi este numit __________.

25. Complexul QRS de pe ECG reflectă activitatea electrică a __________.

26. Activitatea ritmică a inimii poate fi modificată de o parte a sistemului nervos denumită __________.

27. Contracţia inimii este cunoscută sub numele alternativ de __________.

28. Perioadele de relaxare ale inimii, când nu apar contracţii, sunt cunoscute ca __________.

29. În mod normal, inima bate în fiecare minut de aproximativ __________.

30. Zgomotele anormale ale inimii, de exemplu cele emise de valvele care nu funcţionează normal, sunt denumite __________.

31. Cele mai mici vase care transportă sânge la celule sunt __________.

32. Stratul intern al arterelor se numeşte __________.

33. Lumenul arterial poate fi îngustat prin__________.

34. Curgerea sângelui în patul capilar este controlată de un muşchi neted circular denumit __________.

35. Prin unirea capilarelor se formează un vas cunoscut sub numele de __________.

36. Frecvent, stratul intern al unei vene se pliază spre interior şi formează o __________.

37. Venele dilatate în care sângele se acumulează determină o afecţiune numită __________.

38. Presiunea sanguină poate fi măsurată cu un instrument numit __________.

39. O măsurătoare obişnuită a presiunii sanguine conţine două valori, dintre care prima este presiunea sistolică, iar a doua este __________.

40. Un puls rapid reflectă o frecvenţă cardiacă crescută, numită __________.

41. Un puls lent reflectă o frecvenţă cardiacă scăzută, numită __________.

42. Volumul sanguin din circulaţia unui adult este de aproximativ __________.

43. Centrul reglator din encefal alcătuit dintr-un grup de neuroni simpatici, cu rol în menţinerea fluxului sanguin, este numit __________.

44. Neuronii din arterele gâtului şi ale toracelui ajută la reglarea fluxului sanguin şi sunt denumiţi __________.

45. Două exemple de substanţe chimice care afectează presiunea sanguină, producând vasoconstricţie, sunt epinefrina şi __________.

46. O cantitate insuficientă de oxigen şi nutrienţi la nivel celular poate cauza o afecţiune numită __________.

47. Singura arteră din organism care transportă sânge sărac în oxigen este __________.

48. Venele din organism care transportă sânge bogat în oxigen sunt __________.

49. Structura alcătuită din arterele de la baza encefalului se numeşte __________.

50. Vena care transportă nutrienţi de la tractul gastrointestinal la ficat este __________.

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii:*

1. Toate afirmaţiile care urmează se aplică inimii, *cu excepţia*
   A. este un organ cu formă conică
   B. cântăreşte mai puţin de jumătate de kilogram
   C. este un organ cavitar
   D. are aproximativ mărimea unui cap de om

2. Pericardul este un sac format din două foițe care
   A. înconjoară inima
   B. se continuă cu aorta
   C. alcătuiesc valvele cardiace
   D. se găsesc în capilare

3. În inimă, cea mai mare parte a muşchiului se află în
   A. endocard
   B. epicard
   C. miocard
   D. pericard

4. Septul interventricular şi septul interatrial separă
   A. cavităţile inimii
   B. cavităţile pulmonare
   C. aorta şi artera pulmonară
   D. valvele bicuspidă şi tricuspidă

5. Sângele care se întoarce la inimă de la organe intră în
   A. atriul stâng prin aortă
   B. atriul drept prin venele cave
   C. ventriculul stâng prin artera pulmonară
   D. ventriculul drept prin vena pulmonară

6. Circulaţia sistemică se întinde
   A. de la inimă la plămâni
   B. de la inimă la arterele coronare
   C. de la inimă la organe şi ţesuturi
   D. de la tractul gastrointestinal la ficat

7. Singura venă din organism care transportă sânge bogat în oxigen este
   A. vena cardiacă
   B. vena portă
   C. vena pulmonară
   D. vena aortică

8. Toate arterele organismului conduc
   A. spre ficat
   B. spre encefal
   C. de la plămâni
   D. de la inimă

9. Valvele semilunare previn curgerea retrogradă a sângelui
   A. în atrii
   B. în ventricule
   C. în encefal
   D. în ficat

10. Toate cele ce urmează se aplică valvei bicuspide, *cu excepţia*
    A. se mai numeşte valvă mitrală
    B. este o valvă semilunară
    C. se află în partea stângă a inimii
    D. previne întoarcerea sângelui în atriul stâng

11. Arterele care vascularizează ţesutul cardiac sunt
    A. arterele renale
    B. arterele miocardice
    C. arterele coronare
    D. venele cave

12. Un blocaj în arterele inimii ce cauzează moartea celulelor musculare cardiace este cunoscut ca
    A. o embolie
    B. un infarct
    C. un abces
    D. un trohanter

13. Discurile intercalare se află
    A. între partea dreaptă şi stângă a inimii
    B. între cuspisurile valvei tricuspide
    C. acolo unde aorta se uneşte cu artera pulmonară
    D. între celulele musculare cardiace

14. Care din următoarele afirmații se aplică nodului sinoatrial?
    A. este o masă de celule nervoase
    B. produce enzime importante
    C. generează impulsuri ritmice care contractă inima
    D. conţine valvele bicuspidă şi tricuspidă

15. Fasciculul His
    A. se află în aortă
    B. se continuă cu un grup de fibre Purkinje
    C. previne refluxul valvei mitrale
    D. este un grup de artere care alimentează inima

16. Controlul nervos al inimii poate fi exercitat de
    A. nervi din regiunea toracică a coloanei vertebrale
    B. nervii cranieni doi şi trei
    C. fibre ale sistemului somatic senzorial
    D. fibre ale sistemului nervos autonom

17. Aritmia se caracterizează prin
    A. contracţii cardiace rapide
    B. ritmuri cardiace neregulate
    C. prolaps de valvă mitrală
    D. disfuncţia valvei semilunare

18. Termenii sistolă şi diastolă se referă la
    A. zgomotele cardiace
    B. artera şi vena principală care merg de la, şi spre inimă
    C. contracţiile şi relaxările miocardului
    D. rata pulsului cardiac

19. Care dintre următoarele reprezintă fluxul sângelui de la inimă spre organe şi înapoi la inimă?
    A. venule → capilare → vene → artere
    B. artere → capilare → vene
    C. capilare → arteriole → artere → vene
    D. vene → artere → capilare

20. Termenul de vasoconstricţie se referă la
    A. creşterea în dimensiune a lumenului vasului de sânge
    B. scăderea în dimensiune a lumenului vasului de sânge
    C. transportul oxigenului şi al nutrienţilor la ţesuturile organismului
    D. transportul produşilor de metabolism la rinichi, pentru excreţie

21. Presiunea sanguină se măsoară cu un instrument numit
    A. electrocardiogramă
    B. electroencefalograf
    C. sfigmomanometru
    D. tomograf computerizat

22. Sângele care curge printr-o venă are tendinţa de a
    A. pulsa
    B. curge lin
    C. transporta oxigen la celulele organismului
    D. curge cu o viteză mai mare decât în artere

23. Valoarea pulsului, la un individ normal, este în medie în jur de
    A. 10 bătăi pe minut
    B. 40 bătăi pe minut
    C. 50 bătăi pe minut
    D. 70 bătăi pe minut

24. Toate cele ce urmează sunt implicate în reglarea fluxului sanguin, *cu excepţia*
    A. hormonului antidiuretic
    B. epinefrinei şi norepinefrinei
    C. chemoreceptorilor
    D. enzimelor din glandele salivare

25. Vena portă transportă sânge
    A. de la inimă la ficat
    B. de la ficat la splină
    C. de la tractul gastrointestinal la ficat
    D. de la ficat la tractul gastrointestinal

Secţiunea D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Inima este localizată aproximativ între a doua şi a cincea coastă şi posterior de coloana vertebrală.

2. Pericardul este un sac format din două foiţe (membrane); foiţa externă este pericardul visceral.

3. Tunica cea mai importantă a inimii este stratul muscular, cunoscut sub numele de endocard.

4. Cele două cavităţi inferioare ale inimii sunt atriile.

5. Sângele se întoarce din organism prin intermediul venelor cave superioară şi inferioară, care se golesc în atriul stâng.

6. Sângele care se întoarce de la muşchiul cardiac intră în sinusul ventricular.

7. Sângele merge spre plămâni după ce părăseşte ventriculul drept.
8. Aorta, cea mai mare arteră din organism, primeşte sânge din ventriculul drept.
9. Valva tricuspidă se află între atriul stâng şi ventriculul stâng.
10. Valvele situate la emergența arterei pulmonare şi a aortei se numesc valve semilunare.
11. Valvele atrioventriculare previn refluxul sângelui spre ventricule.
12. Celulele din muşchiul cardiac care mor pot forma un blocaj cunoscut ca tromboză coronariană.
13. Impulsurile de contracție a miocardului sunt generate inițial la nivelul nodului atrioventricular.
14. Fibrele Purkinje se ramifică din fasciculul His şi conduc impulsurile spre ventricule.
15. Unda P de pe ECG reprezintă depolarizarea ventriculelor.
16. Afecțiunea în care inima se contractă repede şi neregulat se numeşte aritmie.
17. Perioada de relaxare dintre contracțiile ventriculare este denumită sistolă.
18. Inima bate de aproximativ 70-75 de ori în fiecare secundă.
19. Un suflu cardiac este de obicei datorat zgomotelor cardiace neobişnuite care apar datorită activității inadecvate a miocardului.
20. Cele mai mici vase din organism sunt cunoscute sub numele de venule.
21. Îngustarea lumenului arterial se numeşte vasodilatație.
22. Afecțiunea denumită vene varicoase se datorează de obicei activității inadecvate a sfincterelor venoase.
23. O frecvență a pulsului mai mare decât normal reflectă o tulburare numită tahicardie.
24. Corpii carotidieni şi aortici conțin neuroni numiți baroreceptori, care ajută la reglarea presiunii arteriale.
25. Singura arteră care transportă sânge bogat în dioxid de carbon este artera pulmonară.

Secțiunea E – Studiu de caz

Stenson a avut un accident de maşină şi a pierdut mult sânge. Când a ajuns la spital, la urgență, pulsul său era slab şi rapid. Din punct de vedere al debitului cardiac, explicați de ce pulsul său ar fi greu de detectat şi foarte rapid în acelaşi timp.

RĂSPUNSURI

Secțiunea A

Figura 15.12

1. k
2. q
3. a
4. g
5. h
6. s
7. p
8. o
9. i
10. l
11. n
12. j
13. t
14. u
15. r
16. d
17. m
18. f
19. e
20. c
21. v
22. b

Figura 15.13

1. g
2. q
3. v
4. d
5. e
6. f
7. c
8. cc
9. bb
10. k
11. x
12. n
13. s
14. b
15. l
16. o
17. h
18. j
19. a
20. gg
21. t
22. z
23. u
24. p
25. r
26. w
27. ee
28. dd
29. aa
30. m
31. i
32. y
33. ff

Figura 15.14

1. s
2. e
3. z
4. x
5. l
6. y
7. ff
8. u
9. t
10. a
11. n
12. c
13. o
14. ee
15. p
16. g
17. f
18. dd
19. j
20. m
21. b
22. bb
23. gg
24. q
25. r
26. k
27. cc
28. v
29. aa
30. w
31. h
32. d
33. i

Figura 15.15

1. h
2. k
3. c
4. j
5. g
6. m
7. a
8. o
9. i
10. n
11. d
12. e
13. b
14. p
15. f
16. q
17. l

Secțiunea B – Completare

1. mediastin
2. pericard
3. miocard
4. endocardul
5. sept cardiac
6. atriile
7. auricula
8. sinusul coronar
9. ventriculele
10. venelor pulmonare
11. aorta
12. arterele
13. venele
14. valva tricuspidă
15. valvă mitrală
16. cordaje tendinoase
17. valve semilunare
18. arterele coronare
19. infarct miocardic
20. discuri intercalare
21. atriului drept
22. stimulator cardiac
23. fibrele Purkinje
24. nodul atrioventricular
25. ventriculelor
26. sistemul nervos autonom
27. sistolă
28. diastolă
29. 70-75 de ori
30. sufluri
31. capilarele
32. endoteliu (tunica internă)
33. vasoconstricție
34. sfincter precapilar
35. venulă
36. valvă
37. vene varicoase
38. sfigmomanometru
39. presiunea diastolică
40. tahicardie
41. bradicardie
42. 5 litri
43. centrul vasomotor
44. baroreceptori
45. norepinefrina
46. șoc
47. artera pulmonară
48. venele pulmonare
49. poligonul lui Willis
50. vena portă

Secțiunea C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. D
2. A
3. C
4. A
5. B
6. C
7. C
8. D
9. B
10. B
11. C
12. B
13. D
14. C
15. B
16. D
17. B
18. C
19. B
20. B
21. C
22. B
23. D
24. D
25. C

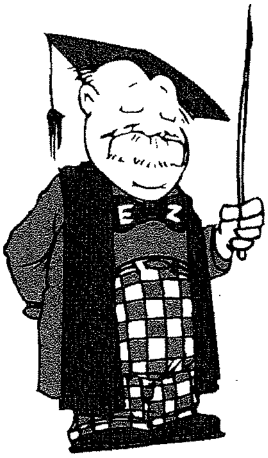
Secţiunea D – Adevărat/Fals

1. anterior
2. parietal
3. miocard
4. ventriculele
5. drept
6. coronar
7. A
8. stâng
9. bicuspidă (mitrală)
10. A
11. atrii
12. infarct miocardic
13. sinoatrial
14. A
15. atriilor
16. fibrilaţie
17. diastolă
18. minut
19. valvelor
20. capilare
21. vasoconstricţie
22. valvelor
23. A
24. chemoreceptori
25. A

Secţiunea C – Studiu de caz

Pierderea de sânge l-a făcut pe Stenton să aibă un volum sanguin scăzut. În condiţiile unei presiuni arteriale scăzute datorită volumului sanguin scăzut, pentru a menține un debit cardiac adecvat, inima sa bate mai repede. Volumul sanguin scăzut face ca pulsul său să fie slab şi greu de detectat.

16



Sistemul limfatic și imun

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă sistemul limfatic şi sistemul imun. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- rezumați funcțiile sistemului limfatic;
- asociați anatomia vaselor limfatice cu funcția lor;
- caracterizați limfa;
- faceți legătura între morfologia celulelor limfoide şi funcția lor;
- descrieți nodulii limfatici, amigdalele, timusul şi splina;
- explicați dezvoltarea sistemului imun şi a răspunsului imun;
- deosebiți imunitatea mediată celular de cea mediată prin anticorpi;
- caracterizați antigenele şi autoantigenele;
- deosebiți între ele limfocitele T şi limfocitele B din punct de vedere al rolului pe care îl au în organism;
- rezumați selecția clonală a limfocitelor B;
- deosebiți clasele de anticorpi;
- aplicați cunoştințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul limfatic, în mod similar sistemului cardiovascular, asigură nutrienţi celulelor din ţesuturi precum şi îndepărtarea reziduurilor metabolice de la nivelul acestora. Spre deosebire de sistemul cardiovascular, sistemul limfatic este unidirecţional, adică se formează în ţesuturi şi se extinde spre inimă. Vasele şi organele sistemului limfatic reintegrează limfa din ţesuturi în circulaţia sanguină, pentru a fi reutilizată.

Sistemul imun este în strânsă legătură cu sistemul limfatic, acesta din urmă fiind responsabil de apărarea specifică a organismului împotriva microorganismelor şi a moleculelor străine.

Sistemul imun funcţionează prin intermediul celulelor sistemului limfatic; componentele sistemului imun sunt transportate de obicei prin vasele limfatice şi în sânge.

SISTEMUL LIMFATIC

Sistemul limfatic este alcătuit din limfă, vasele limfatice şi ţesuturile limfoide. Funcţia sistemului limfatic presupune întoarcerea limfei din spaţiile intercelulare, în sistemul circulator (Figura 16.1).

VASELE LIMFATICE

Vasele limfatice sunt structuri cu pereţi subţiri, răspândite în întreg organismul. Ele iau naştere ca o reţea tubulară la nivelul ţesuturilor şi sunt mai numeroase în tegumente, în special în derm. Vasele microscopice care alcătuiesc reţeaua se numesc **capilare limfatice**. Acestea au un strat endotelial şi, din acest punct de vedere, seamănă cu capilarele sanguine. Totuşi ele sunt mai permeabile decât capilarele sanguine şi astfel pot drena fluidul interstiţial din ţesuturi. Acest fluid se numeşte **limfă**.

Capilarele limfatice transportă limfa din ţesuturi în vase limfatice mai mari. Vasele limfatice la rândul lor se unesc pentru a forma vase şi mai mari, care în final formează **ductul toracic**, cel mai mare vas limfatic din organism. Ductul toracic se formează în cavitatea abdominală şi are traseu ascendent în torace, anterior faţă de vertebre şi dorsal faţă de esofag. Pe măsură ce se apropie de gât, ductul toracic se curbează spre stânga şi îşi goleşte conţinutul în vena subclaviculară stângă. Ductul toracic drenează toată zona subdiafragmatică şi jumătatea stângă supradiafragmatică a organismului.

Jumătatea dreaptă supradiafragmatică este drenată de un alt vas mare, numit **ductul limfatic drept** (Figura 16.2). Acest duct se uneşte cu vena subclaviculară dreaptă la baza acesteia şi îşi goleşte conţinutul în sistemul cardiovascular. Deoarece atât ductul toracic cât şi ductul limfatic drept înapoiază fluide din ţesuturi în sistemul cardiovascular, în sistemul limfatic fluidul curge doar într-o singură direcţie.

Vasele limfatice au numeroase valve. Valvele favorizează curgerea limfei într-o singură direcţie şi acţionează asemănător valvelor venoase (Capitolul 15). În vasele limfatice, mişcarea fluidului este ajutată de presiunea exercitată de contracţia muşchilor striaţi scheletici asupra pereţilor vaselor. Vasele limfatice sunt adaptate pentru îndepărtarea moleculelor mari, în special a proteinelor.

DE REŢINUT
Limfa curge unidirecţional, de la ţesuri la inimă.

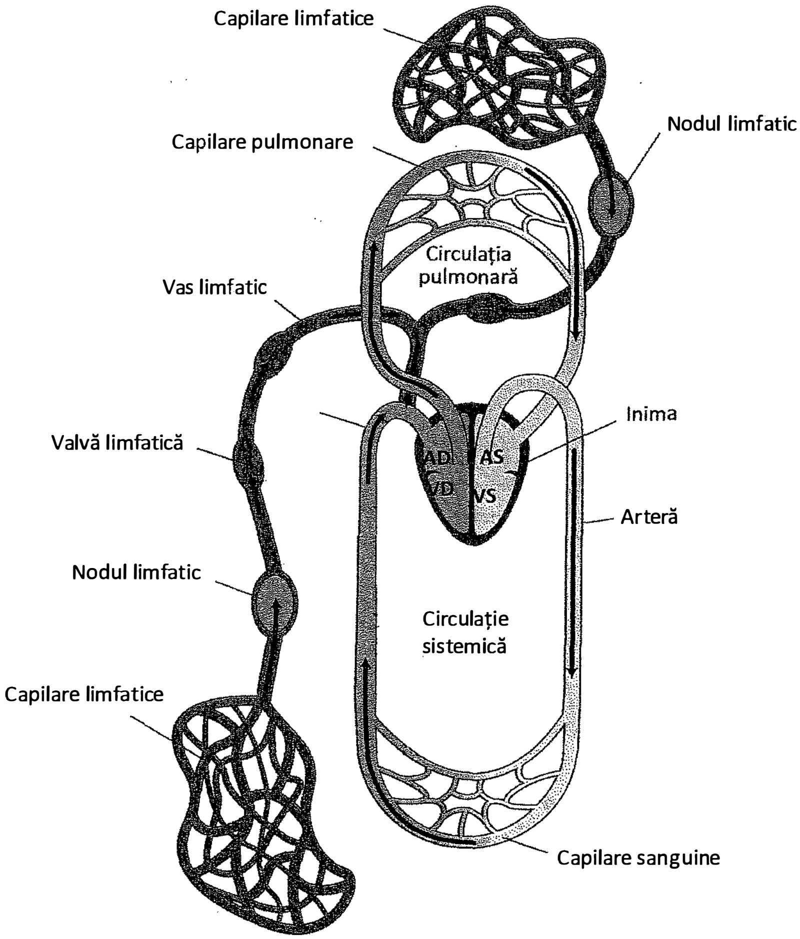


FIGURA 16.1 Sistemul limfatic şi legătura sa cu sistemul circulator. Fluidele trec din sistemul circulator în ţesuturi şi, în timp ce, cea mai mare parte a sa se reîntoarce în sistemul circulator, o fracţiune mai mică pătrunde şi în capilarele limfatice, şi se întoarce în circulaţie pe această cale. Sistemul limfatic este, aşadar, unidirecţional.

NODULII LIMFATICI

Înainte ca limfa să intre în circulaţie, ea trece prin **nodulii limfatici**, mase de ţesut delimitate de o capsulă (Tabelul 16.1). Nodulii limfatici asigură filtrarea limfei înainte ca aceasta să se întoarcă în circulaţia sanguină. Nodulii limfatici sunt dispuşi de-a lungul căilor limfatice mari şi servesc drept filtre pentru limfă. Vasele care intră în nodulii limfatici se numesc **vase limfatice aferente**, iar vasele care părăsesc nodulii limfatici se numesc **vase limfatice eferente** (Figura 16.3). Nodulii limfatici mai conţin două tipuri de celule, numite **limfocite T** şi **limfocite B**. Aceste celule stau la baza sistemului imun al organismului. Cele două regiuni distincte ale nodulului limfatic sunt regiunea corticală şi cea medulară. **Cortexul**, regiunea externă, conţine grupuri de limfocite organizate în foliculi. În centrul foliculilor se află zone numite centri germinali. Celulele care predomină în această zonă sunt limfocitele B, iar restul celulelor corticale sunt limfocite T.

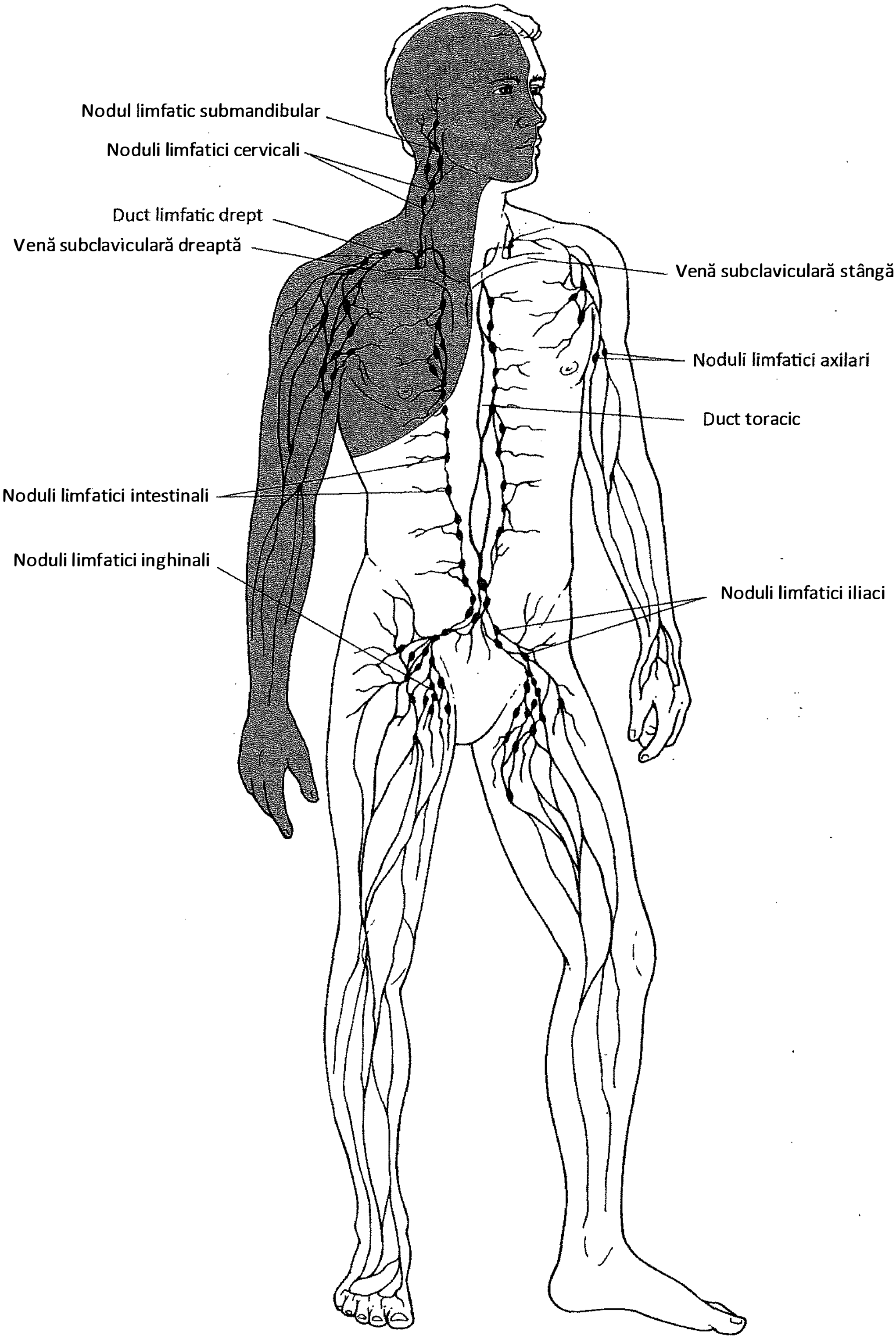


FIGURA 16.2 Sistemul limfatic uman este alcătuit din vase limfatice şi noduli limfatici, distribuiţi în tot organismul, după cum este ilustrat. Zona întunecată este aria drenată de ductul limfatic drept, iar zona necolorată este cea drenată de ductul toracic.

Extensii ale capsulei împart nodulul limfatic în **lobuli** mai mici. În interiorul lobulilor, țesutul conjunctiv, reprezentat de **fibrele de reticulină**, susţine principalele celule ale nodulului limfatic, limfocitele B şi T. Spaţiile libere din lobulii limfatici, numite **sinusuri limfatice**, sunt zone prin care circulă limfa şi care conţin câteva celule. În cortexul nodulului limfatic limfocitele sunt dispuse dens, iar în regiunea centrală, numită **medulară**, ele sunt dispuse mai rar (zona conţine mai puţine limfocite).

TABELUL 16.1 PRINCIPALELE ORGANE ALE SISTEMULUI LIMFATIC

Organ	Funcție principală
Vase limfatice	Transportă limfa de la țesuturile periferice la venele sistemului cardiovascular
Noduli limfatici	Monitorizează compoziția limfei; este locul în care celulele înglobează agenții patogeni și se generează răspunsul imun
Splină	Monitorizează sângele circulant; este locul în care celulele înglobează agenți patogeni; este locul celulelor care reglează răspunsul imun
Timus	Controlează dezvoltarea și maturarea limfocitelor T

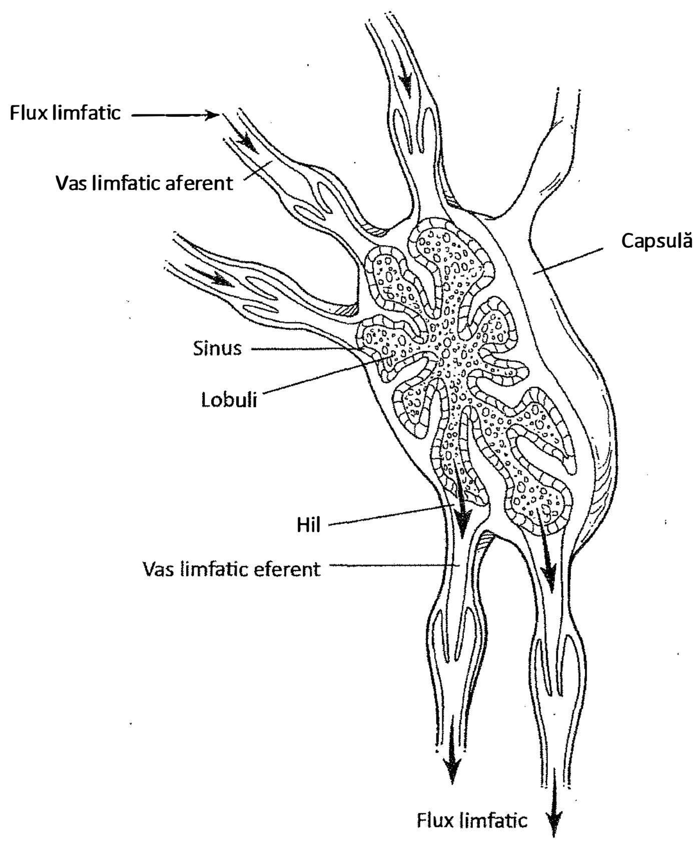


FIGURA 16.3 Structura nodulului limfatic în secţiune transversală. Sunt indicate structurile cele mai importante.

Nodulii limfatici sunt prezenţi peste tot în organism. Se găsesc în principal în ţesuturile de la nivelul gâtului (noduli limfatici cervicali); la nivel inghinal (noduli limfatici inghinali); în plica cotului (în fosa cubitală); şi în spatele genunchiului (în fosa poplitee). Nodulii limfatici se găsesc şi în axilă (noduli limfatici axilari) şi în mediastin (regiunea toracică dintre cei doi plămâni). Ei se află şi de-a lungul marilor vase de sânge din cavitatea abdominală şi alte zone ale corpului.

DE REŢINUT
Vasele limfatice aferente aduc limfa în nodulul limfatic. Vasele eferente drenează nodulul limfatic.

Amigdalele sunt agregate de ţesut limfoid localizate sub epiteliul ce căptuşeşte cavitatea orală şi faringele. Termenul „amigdală" se referă de obicei la **amigdalele palatine**, localizate sub osul palatin. Alte amigdale includ **amigdalele faringiene** (numite şi **adenoide**), situate în partea superioară a faringelui (Capitolul 17), şi **amigdalele linguale**, care se află în ţesutul limbii (Figura 16.4). Aglomerări de ţesut limfoid se pot găsi şi în peretele tractului intestinal, în special în ileon. Aceste structuri sunt denumite **plăcile lui Peyer**.

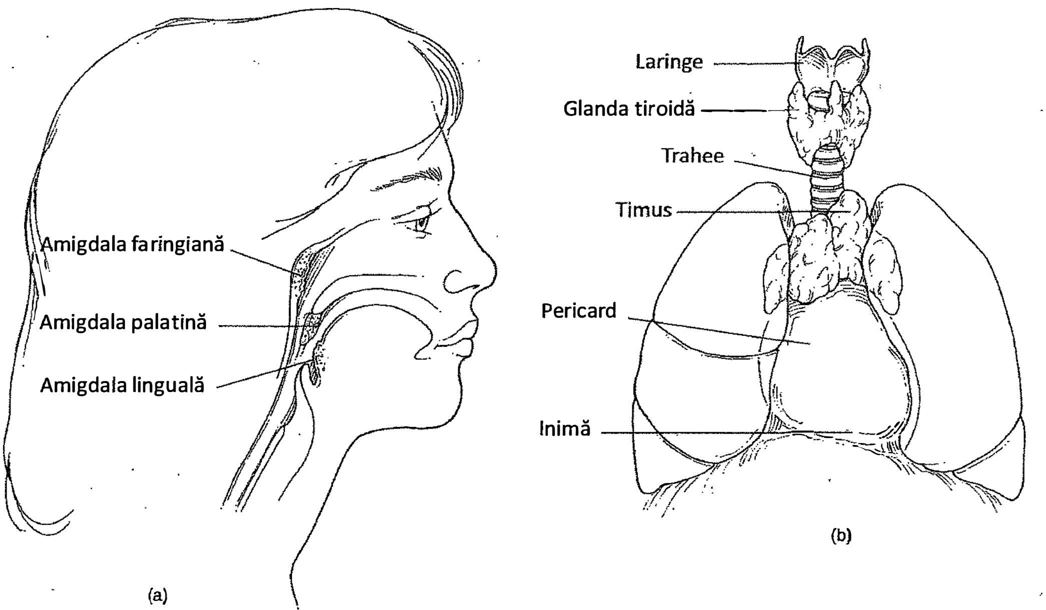


FIGURA 16.4 Structurile sistemului limfatic. (a) Localizarea amigdalelor. (b) Poziţia timusului în porţiunea superioară a toracelui.

TIMUSUL

Datorită structurii sale, **timusul** este considerat un organ al sistemului limfatic. Timusul este localizat în porţiunea superioară a toracelui, în mediastin, între plămâni şi dorsal faţă de stern. În timpul dezvoltării fetale, timusul este un organ relativ mare, bilobat. După vârsta de un an, timusul începe să se atrofieze, iar la sfârşitul pubertăţii devine un organ foarte mic.

Timusul este împărţit în lobuli, care conţin celule de suport şi limfocite T, numite astfel deoarece limfocitele T primitive sunt modificate în acest organ şi se transformă în

limfocite T mature. Majoritatea limfocitelor T migrează în nodulii limfatici. Structura timusului este diferită de cea a splinei şi a nodulilor limfatici, fiind format din numeroşi lobuli şi elemente limfoide situate în corticală şi medulară.

Timusul este considerat şi o glandă endocrină, deoarece produce şi secretă hormoni numiţi timozine (Capitolul 13). Aceşti hormoni contribuie la maturarea limfocitelor T.

SPLINA

Splina este un organ limfoid, deoarece funcţiile sale sunt similare cu cele ale sistemului limfatic, ea conţinând celule limfoide. Splina este localizată subdiafragmatic, în porţiunea superioară stângă a cavităţii abdominale.

Forma splinei este determinată de structurile cu care intră în contact. Splina este convexă la contactul ei cu diafragmei şi concavă în trei zone: la contactul cu rinichiul stâng, stomacul şi intestinul gros. Aria în care vasele mari intră şi ies din splină se numeşte **hil**.

DE REȚINUT
Componentele eritrocitelor îmbătrânite sunt reciclate în splină și ficat.

Ca şi nodulii limfatici, splina este delimitată de o capsulă de ţesut conjunctiv, care se extinde spre interior sub forma unor septe scurte dar care nu comportimentează splina în lobuli. Sângele intră în splină prin intermediul **arterei splenice** (Figura 16.5).

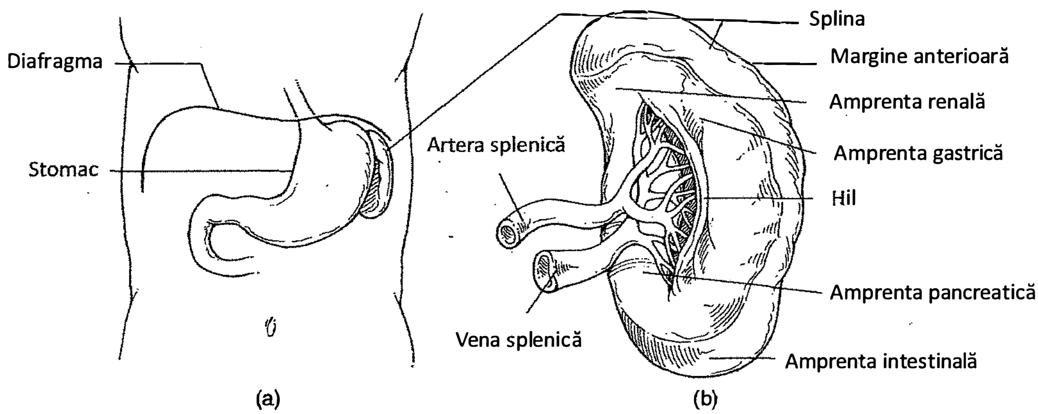


FIGURA 16.5 Detaliile splinei. (a) Splina este situată în partea superioară stângă a cavităţii abdominale. (b) Câteva elemente anatomice ale splinei.

Splina are câteva funcţii importante: este un rezervor de limfocite pentru organism, filtrează sângele, este importantă pentru metabolismul globulelor roşii şi al fierului (macrofagele splenice fagocitează globulele roşii îmbătrânite sau distruse), reciclează fierul şi îl trimite la ficat, serveşte drept depozit de sânge şi conţine limfocite B şi T pentru răspunsul imun.

LIMFA

Fluidul vehiculat prin vasele limfatice se numeşte **limfă**. Limfa derivă din sânge. Este alcătuită din fluidul ce trece forţat prin pereţii semipermeabili ai capilarelor, sub acţiunea presiunii exercitate de inimă. Fluidul care se acumulează în spaţiile tisulare conţine substanţe eliberate de celule. Proteinele din acest fluid sunt în general incapabile să treacă înapoi în capilare, şi rămân în concentraţie crescută în limfă. În plus, nici microorganismele prezente nu vor putea trece cu uşurinţă în capilare, rămânând astfel în limfă.

Fluidul tisular care intră într-un vas limfatic învecinat constituie limfa. Limfa trece prin nodulii limfatici, iar limfocitele şi monocitele pătrund în limfă la acest nivel. Acest amestec de fluid şi celule filtrate se va reîntoarce în circulaţie.

La nivelul tractului gastrointestinal, limfa are consistenţă lăptoasă. Când grăsimile sunt digerate în sistemul digestiv (Capitolul 18), produşii rezultaţi sunt acizii graşi, glicerolul şi alte componente. În timp ce alte molecule trec în capilare, grăsimile sunt reconstituite şi trec în vasele limfatice ale peretelui intestinal. Aceste vase limfatice sunt denumite **capilare limfatice**. Compoziţia bogată în grăsimi dă limfei un aspect lăptos.

O acumulare a lichidului interstiţial în spaţiile intercelulare se numeşte **edem**. Edemul apare dacă vasele limfatice sunt blocate, de exemplu într-o infecţie. Edemul apare şi dacă mişcarea sângelui în vene este încetinită sau dacă sângele se acumulează în vene. Trecerea proteinelor în spaţiile intercelulare, aşa cum se întâmplă în timpul inflamaţiei, este o altă cauză posibilă a edemului. Proteinele atrag apa din vase prin osmoză, iar apa contribuie la tumefiere. Tumefierea va dispărea pe măsură ce lichidul interstiţial acumulat este drenat de limfă.

SISTEMUL IMUN

Sistemul imun asigură rezistenţa specifică a organismului în caz de boală. Este alcătuit dintr-o serie de celule, factori chimici şi procese în care limfocitele răspund şi elimină agenţii străini sau substanţele denumite antigene. Eliminarea se face prin distrugerea antigenelor, frecvent însoţită de apariţia unor molecule proteice specializate, numite anticorpi.

DEZVOLTAREA SISTEMULUI IMUN

Sistemul imun se dezvoltă în timpul lunii a treia după concepţie. În această perioadă a dezvoltării fetale, în măduva osoasă apar celule primitive numite **celule stem** (Capitolul 14). Anumite celule stem formează precursorii sistemului imun, numite **celule limfopoetice**.

Celulele limfopoetice urmează una dintre cele două posibilităţi de dezvoltare. Anumite celule limfopoetice trec prin timus, unde sunt maturate şi formează limfocitele T sau celulele T (iniţiala „T" provine de la timus). În cursul procesului de maturare limfocitele achiziţionează (primesc) pe suprafaţa lor molecule de receptori. Limfocitele T

migrează în circulaţie şi se acumulează în ţesuturi limfoide, precum splina, amigdalele şi nodulii limfatici, de unde controlează sistemul imun.

Restul sistemului imun se dezvoltă de asemenea din celulele limfopoetice. Anumite celule devin limfocite B. La embrionii de pui, limfocitele B sunt maturate în bursa lui Fabricius (de aici numele de limfocite B; iniţiala „B" provine de la bursă).

DE REȚINUT
Limfocitele T controlează sistemul imun, care include și limfocitele B; acestea din urmă sintetizează anticorpi.

Organele umane corespunzătoare bursei lui Fabricius sunt măduva osoasă, ficatul şi nodulii limfatici din tractul gastrointestinal (Figura 16.6). În timpul formării, limfocitele B sintetizează anticorpi şi îi poziţionează pe suprafaţa membranelor lor celulare. Aceşti anticorpi vor funcţiona mai târziu ca receptori şi vor reacţiona cu substanţele străine în timpul răspunsului imun.

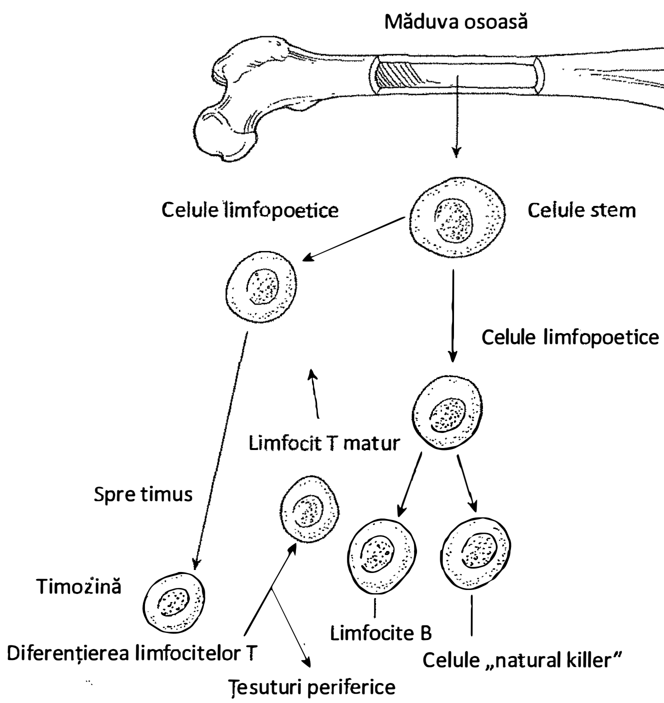


FIGURA 16.6 Originea sistemului imun. Celulele stem (hemocitoblaşti) din măduva osoasă dau naştere celulelor limfopoetice, care pot urma două căi. Unele trec prin timus şi sunt modificate pentru a forma limfocitele T. Anumite limfocite T mature se întorc în măduva osoasă şi participă la reacţia imună, însă majoritatea se acumulează în ţesuturile periferice. Alte celule limfopoetice sunt modificate pentru a forma limfocitele B şi celulele „natural killer". Limfocitele B migrează şi ele în ţesuturile periferice, unde se alătură limfocitelor T. Nodulii limfatici şi splina sunt principalele depozite de limfocite T şi B.

Când sistemul imun devine funcţional, la aproximativ şase luni după naştere, limfocitele B şi limfocitele T îndeplinesc un rol central în organizarea şi funcţionarea sistemului imun. Prin poziţia strategică pe care o ocupă la nivelul nodulilor limfatici, dar şi în alte organe limfoide, limfocitele T şi B vin în contact cu microorganismele care populează sistemele corpului uman.

ANTIGENELE

Limfocitele B şi T pot fi stimulate de molecule specifice, numite **antigene**, care frecvent sunt componentele de suprafaţă ale microorganismelor. Un antigen este o substanţă, de obicei o proteină mare sau un polizaharid, care stimulează sistemul imun. Poate fi parte a unui virus, a flagelului bacterian, a unui spor de mucegai sau o substanţă chimică, de exemplu o macromoleculă citoplasmatică. Lista antigenelor este foarte variată şi include peste un milion de antigene posibile.

În mod normal, proteinele şi polizaharidele proprii ale unei persoane, nu declanşează un răspuns imun, deoarece sunt recunoscute ca **proprii** organismului. Toate celulele organismului prezintă pe suprafaţă molecule proteice denumite **CMH** (Complex Major de Histocompatibilitate). Acestea sunt unice pentru un individ şi sunt recunoscute ca antigene proprii. Există două clase de molecule ale CMH. Moleculele CMH clasa I se găsesc pe suprafaţa tuturor celulelor organismului, în timp ce moleculele CMH clasa II, se găsesc doar la nivelul celulelor sistemului imun. Înainte de naştere, orice celulă a sistemului imun care ar putea ataca antigenele proprii ale CMH este distrusă. Rămân astfel doar acele celule ale sistemului imun, care sunt capabile să recunoască şi să atace antigenele străine organismului, ştiind să diferenţieze antigenele proprii (ale CMH) de orice tip de antigene străine. Astfel, individul devine tolerant la antigenele proprii („self") şi va răspunde doar la antigenele interpretate ca **nonself** sau „străine". Blocarea celulelor sensibile la antigenele proprii trebuie să continue toată viaţa pentru ca toleranţa faţă de structurile proprii să se menţină.

Antigenele pătrund în corp printr-o varietate de porţi de intrare, incluzând mici soluţii de continuitate (discontinuităţi) în membrana mucoasei tractului respirator, soluţii de continuitate ale pielii, ca de exemplu în cazul unei răni. O astfel de leziune poate fi cauzată de muşcătura unui artropod (ţânţar, căpuşă etc.).

RĂSPUNSUL IMUN

Sistemul imun ajunge la maturitate la un an după naştere şi continuă să funcţioneze până la moarte. Pentru a iniţia procesul imun, organismele sau moleculele străine sunt atacate de celulele fagocitare, care sunt, de exemplu, globulele albe specializate în înglobarea şi distrugerea materialelor străine. Cele mai importante celule fagocitare sunt însă **macrofagele**, care sunt celule de talie mare şi formă neregulată (Tabelul 16.2).

Macrofagele iniţiază răspunsul imun, prin înglobarea şi digerarea microorganismelor în procesul de fagocitoză. Ele au pe suprafaţa lor molecule ale CMH clasa I, ceea ce le identifică drept celule proprii organismului, dar şi molecule ale CMH clasa II. Antigenele microorganismelor fagocitate vor fi legate de moleculele CMH clasa II, pentru a fi recunoscute de limfocite şi a le stimula să producă anticorpi. Macrofagele pleacă apoi spre vasele limfatice şi ţesutul limfoid.

TABELUL 16.2 MACROFAGELE DIN DIFERITE ȚESUTURI

Numele macrofagului	Țesutul
Macrofag alveolar	Plămâni
Histiocit	Țesut conjunctiv
Celulă Kupffer	Ficat
Microglie	Țesut nervos
Osteoclast	Os
Celula din peretele sinusoidelor	Splină

Când macrofagul intră în nodulul limfatic, întâlnește un limfocit T, numit **limfocit T helper** (numit de asemenea celulă T4). Când cele două celule se întâlnesc, antigenele străine și antigenele CMH de pe suprafața macrofagului reacționează cu receptorii de pe suprafața limfocitului T helper. Această reacție activează limfocitele T helper, care vor produce și elibera o serie de proteine înalt reactive, numite **limfokine**.

Limfokinele stimulează fie limfocitul B, fie limfocitul T, în funcție de natura antigenului care a inițiat procesul. Prin urmare, în acest punct, sistemul imun se divide în cele două ramuri funcționale principale. O ramură este dominată de limfocitele T, iar imunitatea care se dezvoltă este denumită **imunitate mediată celular**. A doua ramură este dominată de limfocitele B, iar imunitatea care se dezvoltă este denumită **imunitate mediată prin anticorpi**.

IMUNITATEA MEDIATĂ CELULAR

Imunitatea mediată celular (IMC) este numită astfel deoarece apărarea realizată prin această ramură a sistemului imun implică o interacțiune directă între celulele organismului și microorganismele sau moleculele străine. Limfokinele eliberate de limfocitele T helper încep procesul de IMC prin stimularea multiplicării rapide a altor limfocite T, numite **limfocite T citotoxice**. Limfocitele T citotoxice intră în sistemul circulator și caută celule care au antigene străine (Figura 16.7).

> **DE REȚINUT**
> Moleculele CMH prezintă antigenele pentru a stimula specific limfocitele T și B în cursul răspunsului imun.

Majoritatea celulelor infectate cu fungi, protozoare, anumite virusuri sau bacterii, pot fi ținte ale limfocitelor T citotoxice. Limfocitul T citotoxic interacționează cu celulele infectate, recunoscând antigenele CMH și antigenele străine. Ele recunosc și celulele tumorale, pentru a le putea îndepărta din organism. Apoi atacă și distrug celula, exercitând un „atac letal" asupra ei.

Limfocitele T citotoxice sunt și ele sursa altor limfokine. Secretate la locul unde este situat antigenul, limfokinele atrag noi macrofage la locul infecției și le stimulează să distrugă microorganismele. Când limfocitele T sunt activate, se multiplică și formează clone. Acest proces este denumit proliferare sau multiplicare clonală. Când cauza activării limfocitelor T a fost îndepărtată din organism, multiplele clone ale limfocitului original activat rămân în nodulii limfatici și alte țesuturi limfoide. Deoarece nu există doar un limfocit, ci multiple copii ale acestuia, la o nouă întâlnire cu aceleași molecule antigenice, aceste copii vor reacționa rapid pentru a le îndepărta din organism.

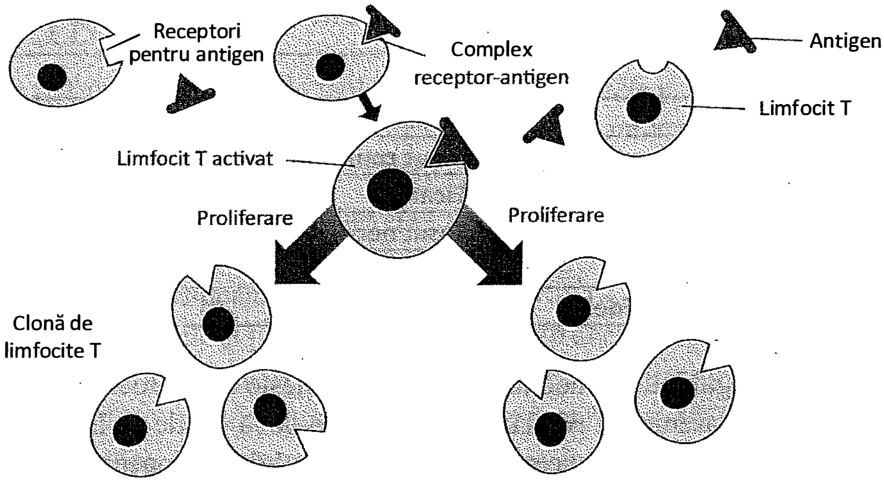


FIGURA 16.7 Activarea limfocitului T. În imunitatea mediată celular, antigenele reacţionează doar cu acele limfocite T care au receptori antigenici complementari. Reacţia cu alte limfocite T este exclusă. Odată activat, se dezvoltă un proces complex, cu formarea unei clone de limfocite T citotoxice. Aceste celule ajung la locul infecţiei şi reacţionează cu microorganismele.

Un alt limfocit este **celula „natural killer"**. Această celulă atacă microorganisme şi celule infectate, dar este mai puţin specializată decât limfocitul T citotoxic. Celulele „natural killer" par să fie un mecanism primar de apărare al organismului împotriva celulelor tumorale.

Pentru ca procesul imun să nu fie hiper-reactiv şi să distrugă şi celule normale ale organismului, alte limfocite T intră în joc. Este vorba despre **limfocitele T supresoare** (cunoscute şi sub numele de celule T8). Limfocitele T supresoare scad activitatea limfocitelor T citotoxice şi a celulelor „natural killer" şi încetinesc procesul imun, pe măsură ce stimulul antigenic diminuă.

IMUNITATEA MEDIATĂ PRIN ANTICORPI

Al doilea tip de imunitate este **imunitatea mediată prin anticorpi (IMA)**, care depinde de activitatea limfocitelor B. Pe măsură ce macrofagul circulă printre diferitele tipuri de limfocite B, în ţesutul limfoid, el poate întâlni acel tip de limfocite care prezintă pe suprafaţă molecule de anticorpi complementare antigenelor sale. Legarea antigenului de moleculele de anticorpi, împreună cu intervenţia limfocitelor T helper, activează sau „angajează" limfocitele B (Figura 16.8).

Odată angajate, limfocitele B încep să se dividă şi dau naştere unor clone celulare programate să producă **anticorpi**. Moleculele de anticorpi, specifice pentru antigen, sunt eliberate din limfocitele B cu o rată mai mare de 2000 pe secundă. În câteva ore, alte semnale biochimice convertesc multe din limfocitele B în **plasmocite**, un grup de celule care produc activ anticorpi. Antigenele care iniţiază aceste activităţi sunt în primul rând derivate din virusuri şi bacterii. Alte substanţe, cum ar fi proteinele din lapte, veninul de albină, anumite molecule din alimente şi proteinele vegetale pot, de asemenea, stimula procesul printr-un tip special de reacţie imună, numită alergie.

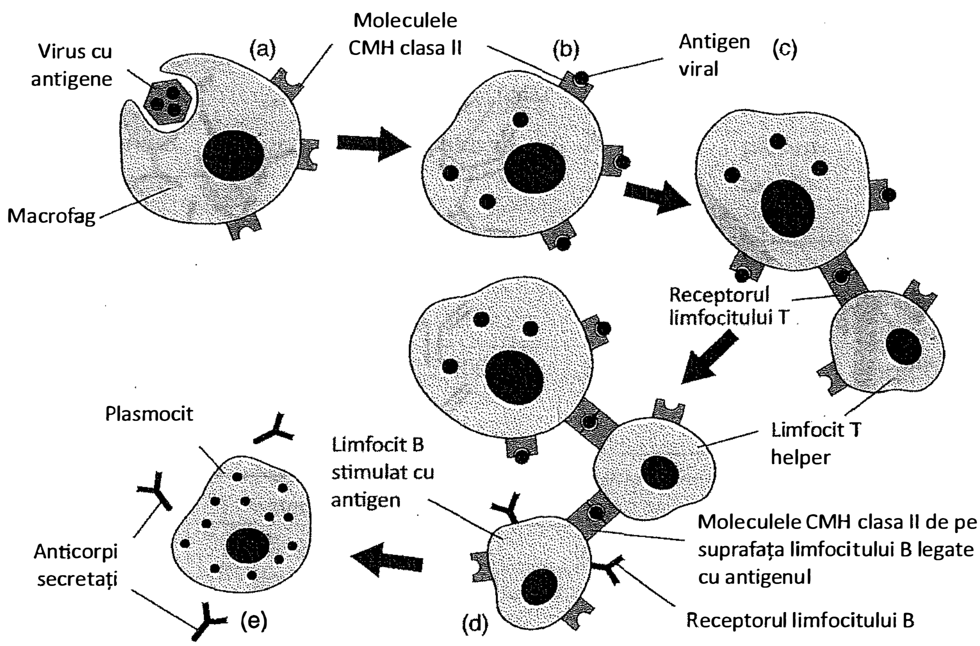


FIGURA 16.8 Imunitatea mediată prin anticorpi. (a) La locul infecţiei, un virus este ingerat de un macrofag. (b) Macrofagul prezintă antigenele la suprafaţă, legate de moleculele CMH, şi iniţiază răspunsul imun. (c) Un limfocit T helper interacţionează cu macrofagul şi (d) cu un limfocit B. (e) Reacţia activează limfocitul B, şi îl transformă în plasmocit. Plasmocitul produce şi secretă anticorpi pentru reacţia imună.

Moleculele de anticorpi sunt proteine. Anticorpii sunt de cinci tipuri, cunoscuţi ca IgG, IgM, IgA, IgD şi IgE. Cel mai frecvent anticorp este **IgG**. Este alcătuit din două lanţuri lungi şi două lanţuri scurte de aminoacizi (polipeptide). Molecula de anticorp are o zonă în balama, în care lanţurile devin divergente, iar molecula este frecvent descrisă sub forma literei Y (Figura 16.9). Un capăt al moleculei de anticorp, capătul variabil, este înalt specific pentru antigenul care a indus producerea sa. Din acest motiv, anticorpul va interacţiona doar cu acesta. Sistemul imun are capacitatea de a produce un milion de tipuri diferite de anticorpi, câte unul pentru fiecare antigen diferit posibil. Astfel, anticorpii din rujeolă vor reacţiona numai cu virusul rujeolei, anticorpii din varicelă vor reacţiona doar cu virusul varicelei, etc.

DE REŢINUT
Anticorpii leagă antigenele pentru a le îndepărta din organism.

Anticorpii circulă şi întâlnesc microorganismele ale căror antigene au stimulat producţia anticorpilor. Apoi se combină chimic cu moleculele de antigen şi neutralizează microrganismele prin diferite mecanisme. De exemplu, unii anticorpi se leagă la suprafaţa virusurilor şi împiedică penetrarea virală în celule, prin acoperirea receptorilor specifici. Alţi anticorpi se combină cu antigenele de pe suprafaţa bacteriilor şi leagă bacteriile ca într-o plasă, astfel încât acestea devin uşor de fagocitat. Alţi anticorpi formează punţi între microorganisme şi macrofage pentru a facilita fagocitoza, iar alţii iniţiază o serie de reacţii care distrug membranele microbiene. Reacţia antigen-anticorp are de obicei ca finalitate distrugerea microorganismului şi recuperarea după boală.

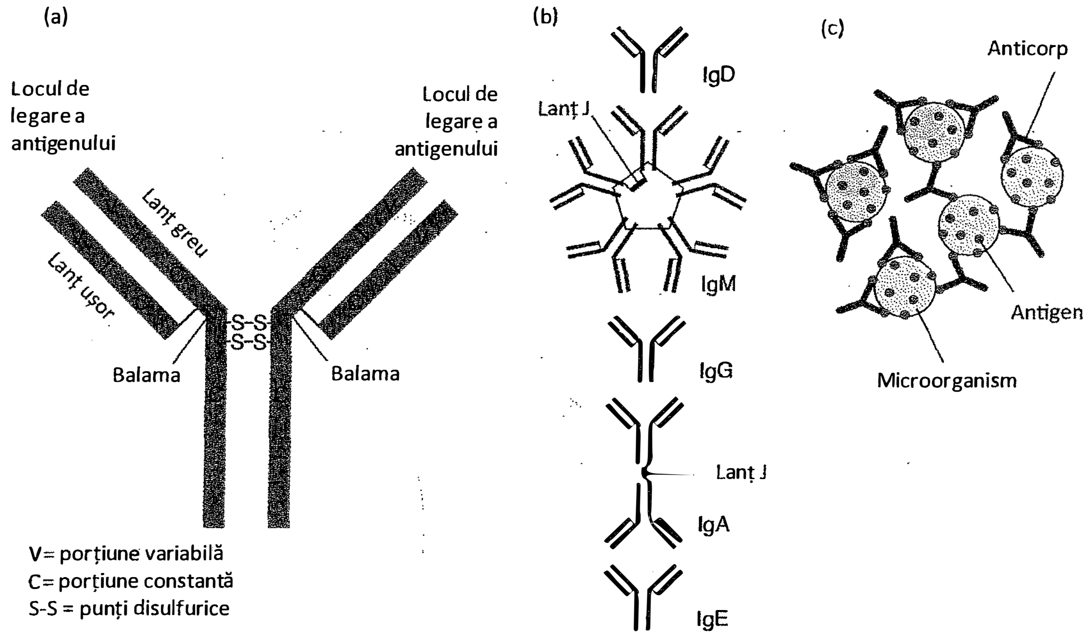


FIGURA 16.9 Anticorpii. (a) Structura moleculei de anticorp, cu cele patru lanţuri componente. (b) Structurile celor cinci tipuri diferite de anticorpi. (c) Reacţia dintre moleculele de anticorpi şi antigenele de pe suprafaţa microorganismelor. Moleculele de anticorpi leagă microorganismele şi favorizează fagocitoza.

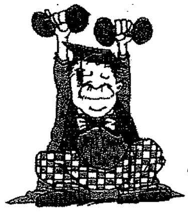
Fiind cel mai comun anticorp, IgG este strâns asociat cu rezistenţa specifică la boală, rezistenţă care se dezvoltă după ce sistemul imun a fost activat.

Există cinci clase de anticorpi, cunoscuţi şi sub numele de imunoglobuline: IgG, IgM, IgA, IgD şi IgE (Tabelul 16.3). **IgM** este şi ea implicată în rezistenţa la boală. Această moleculă este alcătuită din 20 de lanţuri polipeptidice. Este primul anticorp ce apare în circulaţie după ce a avut loc infecţia şi este responsabil pentru prima interacţiune cu antigenele. **IgA** este alcătuită din opt lanţuri polipeptidice. Imunoglobulina interacţionează cu microorganismele de pe diferite suprafeţe: de-a lungul tracturilor respirator, gastrointestinal, şi a altor tracturi care comunică cu mediul extern. **IgD** funcţionează ca situs receptor pe limfocitele B, pentru stimularea activării acestora. **IgE** este produsă în timpul reacţiilor alergice. Ambele imunoglobuline, IgD şi IgE, conţin patru lanţuri de aminoacizi.

În reacţiile alergice, IgE se fixează pe suprafaţa bazofilelor şi a mastocitelor şi facilitează eliberarea histaminei, serotoninei, şi a altor substanţe fiziologic active. Aceste substanţe induc contracţia muşchilor netezi şi determină o respiraţie îngreunată, crampe abdominale, urticarie şi alte semne caracteristice ale alergiilor.

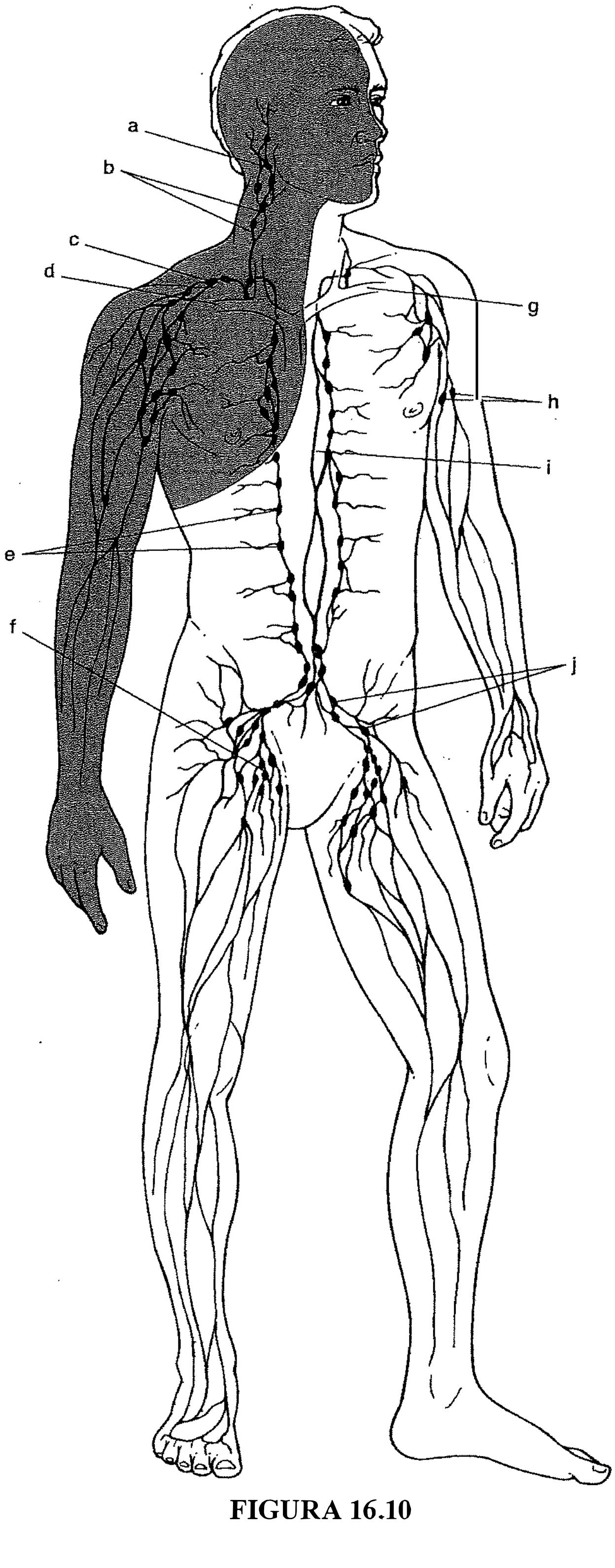
TABELUL 16.3 CARACTERISTICILE CELOR CINCI TIPURI DE ANTICORPI

Numele anticorpului	Procentul anticorpului în ser	Localizare în organism	Greutate moleculară (daltoni)	Numărul unităților din cele patru lanțuri	Traversează placenta	Funcții
IgM	5-10	Sânge, limfă	900,000	5	Nu	Component principal al răspunsului primar
IgG	80	Sânge, limfă	150,000	1	Da	Component principal al răspunsului secundar
IgA	10	Secreții, cavități	400,000	2	Nu	Protecția cavităților
IgD	<1	Sânge, limfă	180,000	1	Nu	Situs receptor pe limfocitul B
IgE	<1	Sânge, limfă	200,000	1	Nu	Rol în reacțiile alergice



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

***SECŢIUNEA A** – Identificaţi corect literele corespunzătoare nodulilor, vaselor limfatice şi a venelor asociate.*



__ 1. noduli limfatici axilari
__ 2. noduli limfatici cervicali
__ 3. noduli limfatici iliaci
__ 4. noduli limfatici inghinali
__ 5. noduli limfatici intestinali
__ 6. vena subclaviculară stângă
__ 7. ductul limfatic drept
__ 8. vena subclaviculară dreaptă
__ 9. nodul limfatic submandibular
__10. ductul toracic

FIGURA 16.10

***SECŢIUNEA B – Completare**: Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Sistemul limfatic se formează în ţesuturi şi se extinde spre _____________.
2. Stratul care căptuşeşte capilarele limfatice, asemănător cu cel din capilarele sanguine, este alcătuit din _____________.
3. Cel mai mare vas limfatic al organismului este _____________.
4. Ductul toracic îşi goleşte conţinutul într-o venă denumită _____________.
5. Ductul toracic drenează partea stângă a capului şi toracelui şi întregul corp mai jos de _____________.
6. Valvele vaselor limfatice acţionează într-un mod similar cu valvele _____________.
7. Limfa este filtrată în mase de ţesut numite _____________.
8. Cele două tipuri principale de celule din nodulii limfatici sunt limfocitele T şi _____________.
9. Vasele limfatice care intră în nodulii limfatici sunt denumite _____________.
10. Extensiile capsulei nodulului limfatic intră în nodul şi îl separă în mici _____________.
11. Celulele principale ale nodulilor limfatici sunt susţinute de ţesut conjunctiv reprezentat de _________.
12. Celulele nodulilor limfatici sunt aranjate dens, în porţiunea externă a nodulului limfatic, numită _____________.
13. Regiunea centrală a nodului limfatic este cunoscută ca_____________.
14. În procesul răspunsului imun, nodulii limfatici servesc drept locaţii pentru producerea de _____________.
15. În ţesuturile gâtului, nodulii limfatici sunt denumiţi_____________.
16. Nodulii limfatici localizaţi în axilă se numesc_____________.
17. Nodulii limfatici pot fi găsiţi în fosa poplitee, care este localizată în spatele ___________.
18. Agregatele de noduli limfatici localizate în spatele epiteliului ce căptuşeşte cavitatea orală sunt numite ____________.
19. Una dintre amigdalele principale este localizată dedesubtul unui os denumit _____________.
20. Nodulii de ţesut limfoid situaţi în peretele tractului intestinal sunt denumiţi __________.

21. Limfocitele T imature sunt modificate şi devin limfocite T mature într-un organ numit ____________.

22. Timusul este localizat în organism în cavitatea numită ______________.

23. Timusul este relativ mare în timpul dezvoltării _____________.

24. Splina este localizată în porţiunea superioară a cavităţii numite ______________.

25. Zona în care vasele mari de sânge intră şi pleacă din splină este numită _____________.

26. Sângele intră în splină prin intermediul _____________.

27. Splina este organul în care are loc distrucţia _____________.

28. Limfa este alcătuită dintr-un lichid derivat din _____________.

29. Limfa conţine substanţe incapabile să treacă în capilare, ca de exemplu _____________.

30. Câteodată limfa are consistenţă lăptoasă, datorită prezenţei ______________.

31. Vasele limfatice situate de-a lungul peretelui ileal şi jejunal sunt denumite ___________.

32. Acumularea de lichid interstiţial în spaţiile dintre celule se numeşte _________.

33. Dezvoltarea sistemului imun începe la aproximativ trei luni după ______________.

34. Limfocitele B sunt numite astfel deoarece sunt formate la embrionii de pui, într-un organ denumit bursa lui ______________.

35. În timpul formării, limfocitele B achiziționează pe suprafaţa membranară un număr de receptori, constând în ______________.

36. Acele substanţe capabile să stimuleze sistemul imun sunt denumite ______________.

37. În mod normal, complexul major de histocompatibilitate (CMH) al unei persoane nu stimulează sistemul imun, deoarece antigenele sunt interpretate ca ______________.

38. Antigenele pot intra în circulaţie când penetrează pielea datorită muşcăturii unui ______________.

39. Sistemul imun ajunge la maturitate în câţiva ani de la _____________.

40. Pentru a iniţia un proces imun, organismele străine sunt ingerate de macrofage în cursul unui proces denumit _____________.

41. Limfocitul T care participă la cele două procese imune principale este ______________.

42. Procesul imun în care are loc interacțiunea directă dintre celulele organismului şi microorganisme este denumit ____________.

43. Limfocitele T care interacționează direct cu celulele infectate ale organismului sunt ____________.

44. Substanțele secretate de limfocitele T care atrag macrofagele la locul unei infecții sunt numite ____________.

45. Limfocitele T care previn hiper-reactivitatea procesului imun sunt numite ____________.

46. Anticorpii sunt produşi de celulele derivate din limfocitele B, denumite ____________.

47. Macromolecula ce alcătuieşte moleculele de anticorpi este o ____________.

48. Tipurile de anticorpi includ IgA, IgE, IgM, IgD şi ____________.

49. Reacția dintre molecula de anticorp şi cea de antigen se spune că este înalt ____________.

50. Deoarece lanțurile polipeptidice ale moleculei de anticorp sunt divergente, molecula este frecvent descrisă în forma literei ____________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Sistemul limfatic este alcătuit din următoarele componente, *cu excepția*
   A. sângelui
   B. nodulilor limfatici
   C. vaselor limfatice
   D. limfei

2. Care din următoarele afirmații privind ductul toracic sunt adevărate?
   A. drenează întreg organsimul deasupra diafragmei
   B. își golește conținutul în vena subclaviculară stângă
   C. transportă sânge în sistemul limfatic
   D. se formează în vasele din encefal

3. Capilarele limfatice seamănă cu capilarele sanguine deoarece acestea
   A. au aceeaşi permeabilitate ca şi capilarele sanguine
   B. duc la vena cavă
   C. sunt căptușite de endoteliu
   D. au pereți groşi

4. Lichidul care trece prin vasele limfatice
   A. curge spre plămâni
   B. trece din vasele limfatice în artere
   C. intră în ventriculul stâng al inimii prin ductul toracic drept
   D. se mişcă într-o singură direcție, spre inimă

5. Limfocitele T şi limfocitele B sunt principalele celulele ale
   A. nodulilor limfatici
   B. vaselor limfatice
   C. glandei suprarenale
   D. timusului

6. Următoarele sunt funcţii importante ale nodulilor limfatici, *cu excepţia*
   A. servesc ca locuri de producere de anticorpi
   B. îndepărtează materialul străin fagocitat de macrofage
   C. sunt locurile unde antigenele stimulează sistemul imun
   D. au rol în producerea de neutrofile, eozinofile şi bazofile

7. Nodulii limfatici pot fi localizaţi în ţesuturile din
   A. stomac şi encefal
   B. regiunea inghinală şi gât
   C. ventricul şi atriu
   D. glanda tiroidă şi glanda adrenală

8. Aglomerările de ţesut limfoid localizate în peretele tractului intestinal sunt denumite
   A. nodulii lui Hashimoto
   B. regiunea Graves
   C. nodulii DiGeorge
   D. plăcile Peyer

9. În organismul uman, timusul este situat
   A. de-a lungul arterei femurale
   B. în trunchiul cerebral
   C. în mediastin, în porţiunea superioară a toracelui
   D. între vertebrele 19 şi 20

10. Mişcarea lichidului prin vasele limfatice este asistată de
    A. presiunea din ventriculul drept
    B. presiunea muşchilor scheletici, ce se contractă
    C. mişcarea fagocitelor, ca de exemplu macrofagele
    D. mişcarea globulelor roşii

11. Timusul are dezvoltarea cea mai mare
    A. în adolescenţă
    B. la adult
    C. la copil
    D. în stadiul fetal

12. Următoarele sunt funcţii ale splinei, *cu excepţia*
    A. asigură un sistem de filtrare pentru sânge
    B. este locul unde globulele roşii sunt distruse
    C. este un rezervor de sânge
    D. este locul principal în care se formează leucocitele

13. Care dintre următoarele descrie poziția splinei în organismul uman?
    A. anterior de diafragmă, în partea de jos a cavității toracice
    B. lateral de coloana vertebrală, de-a lungul peretelui toracic posterior
    C. în cavitatea pelviană
    D. în porţiunea superioară stângă a cavităţii abdominale

14. Care dintre următoarele elemente nu se găsesc în limfă?
    A. globule roşii
    B. molecule proteice
    C. microorganisme
    D. macrofage

15. Vasele limfatice bogate în grăsimi
    A. se găsesc doar în encefal
    B. sunt cunoscute sub numele de capilare limfatice
    C. intră în atriul stâng al inimii
    D. se găsesc doar în splină

16. Toate limfocitele sistemului imun se formează din
    A. celule ale nodului sinoatrial
    B. celule primitive din măduva osoasă
    C. celule primitive din timus
    D. celule localizate în principal în puntea trunchiului cerebral

17. Limfocitele T sunt denumite astfel deoarece ele devin mature în
    A. glanda tiroidă
    B. ţesuturile toracice
    C. ţesuturi stimulate de nervul trigemen
    D. timus

18. În timpul dezvoltării fetale, sistemul imun elimină limfocitele care prezintă anti-corpi împotriva antigenelor proprii, cunoscute şi sub numele de
    A. limfokine
    B. timozine
    C. moleculele CMH
    D. imunoglobuline

19. Antigenele au următoarele caracteristici, *cu excepţia*
    A. pot fi substanţe celulare, de exemplu macromolecule
    B. pot fi alcătuite din proteine sau polizaharide
    C. lista antigenelor este foarte limitată
    D. stimulează sistemul imun

20. Celulele care declanşează răspunsul imun, sunt celule fagocitare denumite
    A. eozinofile
    B. macrofage
    C. plasmocite
    D. antigene

21. Activitatea limfocitelor T stimulează
    A. producerea de anticorpi de către plasmocite
    B. eliberarea antigenelor de către bacterii
    C. imunitatea mediată celular
    D. reacţia dintre moleculele de antigen şi anticorpi

22. Limfokinele secretate de limfocitele T citotoxice intensifică activitatea
    A. globulelor roşii
    B. neuronilor
    C. macrofagelor
    D. limfocitelor B

23. După ce reacţionează cu moleculele de antigen, limfocitele B
    A. părăsesc ţesutul limfoid şi se deplasează spre locul unde sunt situate antigenele
    B. se transformă în globule roşii pentru a secreta toxine
    C. se transformă în macrofage pentru a putea fagocita
    D. se transformă în plasmocite pentru a secreta anticorpi

24. Care dintre următoarele afirmații privind moleculele de anticorpi este falsă?
    A. există cinci tipuri diferite de molecule de anticorpi
    B. toate moleculele de anticorpi sunt alcătuite din polizaharide
    C. o moleculă de anticorp este adesea descrisă în formă de Y
    D. un capăt al unui anticorp este înalt specific pentru legarea antigenului

25. Moleculele de anticorpi neutralizează microorganismele prin următoarele modalități, *cu excepția*
    A. leagă bacteriile ca într-o plasă
    B. favorizează fagocitoza microorganismelor
    C. pun în mişcare o serie de reacţii, care distrug membranele microbiene
    D. deprivează microorganismele de oxigenul necesar metabolismului lor

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul* <u>*subliniat*</u> *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Ţesutul care căptuşeşte capilarele limfatice este alcătuit din <u>muşchi neted.</u>

2. Cel mai mare vas limfatic din organism este <u>vena cavă.</u>

3. Înainte de a-şi elibera conţinutul în sistemul cardiovascular, ductul limfatic drept se uneşte cu <u>vena subclaviculară dreaptă.</u>

4. Sistemul limfatic transportă fluide <u>unidirecţional.</u>

5. Cele două tipuri principale de celule din nodulii limfatici sunt limfocitele T şi <u>limfocitele P.</u>

6. Vasele limfatice care intră în nodulii limfatici sunt denumite vase limfatice <u>eferente.</u>

7. În nodulul limfatic, limfocitele sunt dispuse dens în porţiunea externă a nodulului, denumită medulară.
8. Nodulii limfatici reprezintă locul unde se produc antigene în organism.
9. Nodulii limfatici inghinali sunt localizaţi la nivelul gâtului.
10. Ţesutul limfoid situat în peretele tractului intestinal poartă denumirea de amigdale palatine.
11. Timusul este organul în care se produc limfocitele B.
12. Splina este localizată în porţiunea superioară a cavităţii abdominale supradiafragmatic.
13. Lichidul derivat din sânge care circulă prin vasele limfatice este denumit limfă.
14. Câteodată limfa are o consistenţă lăptoasă datorită prezenţei proteinelor.
15. Acumularea de lichid interstiţial în spaţiile dintre celule determină o condiţie denumită edem.
16. Sistemul imun începe să se dezvolte în timpul lunii a treia, după naştere.
17. Locusurile receptorilor situaţi pe membrana limfocitului B sunt molecule de antigene.
18. O moleculă de antigen este de obicei o proteină mare sau o moleculă de acid nucleic.
19. Antigenele sunt molecule chimice interpretate de organism ca fiind proprii.
20. Procesul imun începe cu fagocitoza organismelor străine, de către celule precum limfocitele.
21. Imunitatea realizată de către limfocitele T este denumită imunitate mediată celular.
22. După stimularea antigenică, limfocitele B devin celule fagocitare, care sunt responsabile pentru producţia de anticorpi.
23. Pentru a împiedica procesul imun să devină hiper-reactiv, organismul foloseşte limfocitele T helper, să încetinească procesul.
24. Toate moleculele de anticorpi sunt alcătuite din carbohidraţi.
25. Sistemul imun are capacitatea de a produce o duzină de tipuri diferite de anticorpi.

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Lola prezintă o umflătură pe partea posterioară a gâtului. Ea spune că a găsit o căpuşă agăţată în păr, deasupra locului respectiv, cu o săptămână în urmă. Căpuşele injectează atunci când muşcă, un lichid ce conţine substanţe anticoagulante, pentru a le permite să aspire sânge. Ce este umflătura din spatele gâtului Lolei? De ce a apărut mai jos de locul unde a fost găsită căpuşa?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 16.10

1. h
2. b
3. j
4. f
5. e
6. g
7. c
8. d
9. a
10. i

SECȚIUNEA B – Completare

1. inimă
2. endoteliu
3. ductul toracic
4. vena subclaviculară stângă
5. diafragmă
6. venelor
7. noduli limfatici
8. limfocitele B
9. vase limfatice aferente
10. lobuli
11. fibrele reticulare
12. cortex/corticală
13. medulară
14. anticorpi
15. noduli limfatici cervicali
16. noduli limfatici axilari
17. genunchiului
18. amigdale
19. palatin
20. plăcile Peyer
21. timus
22. cavitate toracică
23. fetale
24. cavitate abdominală
25. hil
26. arterei splenice
27. eritrocitelor/ globulelor roşii
28. lichidul interstiţial
29. proteinele
30. grăsimilor
31. capilare limfatice
32. edem
33. concepţie
34. Fabricius
35. anticorpi
36. antigene
37. proprii
38. artropod
39. naştere
40. fagocitoză
41. limfocitul T helper
42. imunitatea mediată celular
43. limfocitele T citotoxice
44. limfokine
45. limfocite T supresoare
46. plasmocite
47. proteină
48. IgG
49. specifică
50. Y

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspunsuri la alegere

1. A	6. D	11. D	16. B	21. C
2. B	7. B	12. D	17. D	22. C
3. C	8. D	13. D	18. C	23. D
4. D	9. C	14. A	19. C	24. B
5. A	10. B	15. B	20. B	25. D

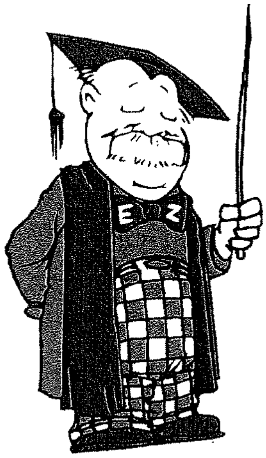
SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals

1. endoteliu
2. ductul toracic
3. A
4. A
5. limfocitele B
6. aferente
7. cortex/ corticală
8. anticorpi
9. cervicali
10. plăci Peyer
11. limfocitele T
12. subdiafragmatic
13. A
14. grăsimilor
15. A
16. concepţie
17. anticorpi
18. polizaharid
19. străine/non-proprii
20. macrofagele
21. A
22. plasmocitare
23. supresoare
24. proteine
25. un milion

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Tumefierea din regiunea posterioară a gâtului Lolei este un nodul limfatic cervical mărit, unde limfocitele reacţionează la prezenţa căpuşei şi la fluidele injectate de aceasta în momentul în care se hrăneşte cu sânge. Lichidul limfatic se drenează spre torace, aşadar nodulul limfatic mărit, situat sub locul muşcăturii de căpuşă, se află pe traseul curgerii limfei.

17



Sistemul respirator

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă anatomia şi fiziologia sistemului respirator. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți structurile anatomice ale sistemului respirator;
- sintetizați funcțiile faringelui şi ale laringelui;
- descrieți arborele respirator şi să diferențiați diferitele sale părți componente;
- identificați elementele anatomice ale plămânilor, inclusiv vascularizația acestora;
- deosebiți foițele pleurale şi să identificați funcțiile acestora;
- caracterizați componentele respirației;
- caracterizați mecanica respiratorie şi interrelația volum/presiune din cavitatea toracică;
- identificați mecanismele de reglare ale respirației;
- rezumați transportul şi schimbul de gaze;
- aplicați cunoştințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Anatomia sistemului respirator: nas şi cavități nazale; faringe; laringe; trahee; bronhii şi bronhiole; plămâni
- Respirația: inspirația şi expirația
- Volumele respiratorii
- Controlul respirației
- Schimbul de gaze
- Întrebări recapitulative

Sistemul respirator are rol în asigurarea schimbului de oxigen și dioxid de carbon între celulele corpului și mediul extern. Aceste procese sunt denumite împreună **respirație**. Sistemul circulator transportă oxigen și dioxid de carbon între celulele corpului și sistemul respirator, unde are loc schimbul de gaze. Sistemul respirator conține un sistem de tuburi ramificate care formează căile aeriene, porțiunea de conducere a sistemului respirator. Cele mai mici ramuri ale acestor tuburi se termină în săculeți cu aer, de dimensiuni microscopice numiți **alveole**, care constituie porțiunea respiratorie a sistemului respirator. Căile aeriene care transportă aer în și din alveole includ, în ordine descendentă, cavitățile nazale, faringele, laringele, traheea, bronhiile și bronhiolele (Figura 17.1). Alveolele, bronhiile și bronhiolele sunt organizate în doi plămâni pereche, înconjurați de o membrană dublu stratificată (cu 2 foițe). Schimbul de gaze are loc în alveole, care asigură o suprafață mare de schimb. Acești săculeți sunt formați din membrane subțiri, acoperite de rețeaua capilară extinsă a circulației pulmonare. Sângele bogat în dioxid de carbon și sărac în oxigen pătrunde în plămâni din arterele pulmonare. Sângele care părăsește plămânii prin venele pulmonare are o concentrație scăzută în dioxid de carbon și crescută în oxigen. Schimbul de gaze are loc prin difuziune, rezultatul acestui proces fiind schimbul dioxidului de carbon din sânge cu oxigenul din alveole.

ANATOMIA SISTEMULUI RESPIRATOR

Sistemul respirator este alcătuit din numeroase organe, având funcția de a transporta aerul în și din plămâni.

NASUL ȘI CAVITĂȚILE NAZALE

Nasul reprezintă calea normală de intrare a aerului în sistemul respirator. Aerul poate intra în sistem și prin gură, deoarece aceasta se întâlnește cu cavitățile nazale în regiunea posterioară a cavității orale, numită **faringe**. Faringele este o cale comună atât pentru sistemul respirator, cât și pentru sistemul digestiv. Porțiunea exterioară a nasului este compusă din cartilaj și piele. Porțiunile interne, denumite **cavități nazale**, sunt căptușite cu o mucoasă. Deschiderile cavităților nazale către mediul extern poartă denumirea de **narine externe**, sau **nări**.

Septul nazal împarte median cavitatea nazală. În continuare, cavitatea nazală este subdivizată în căi aeriene prin intermediul unor extensii osoase, cunoscute sub numele de **cornete nazale** superioare, mijlocii și inferioare (Figura 17.2). În cavitățile nazale se deschid o serie de spații, numite **sinusuri**, care se extind spre osul frontal, sfenoid, etmoid și maxilar. Cornetele și sinusurile sunt porțiuni în care aerul este încălzit și viteza sa este încetinită, pentru a permite particulelor să precipite și să dea naștere senzațiilor olfactive. Mucoasa sinusurilor este în continuitate cu mucoasa cavității nazale.

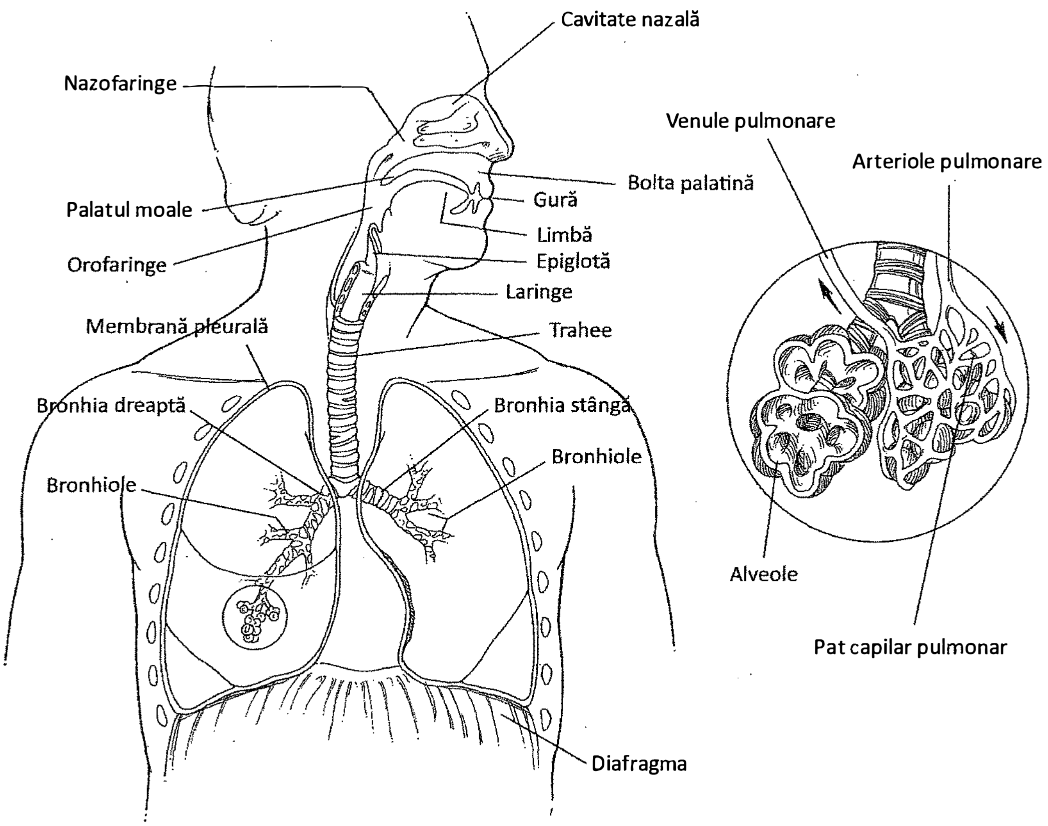


FIGURA 17.1 Organele şi structurile sistemului respirator uman aşa cum sunt poziţionate în cavitatea toracică. O secţiune prin plămân este mărită pentru a prezenta detaliile mai multor alveole, săculeţi microscopici cu aer utilizaţi în schimbul de gaze.

Cavitatea nazală este asociată şi cu simţul mirosului, cunoscut sub numele de simţ olfactiv (Capitolul 12). O parte a mucoasei nazale de la nivelul peretelui superior al cavităţilor nazale formează **regiunea olfactivă**. Celulele din această regiune detectează diverse tipuri de molecule şi trimit impulsuri către encefal prin nervii olfactivi. Encefalul interpretează aceste impulsuri ca mirosuri.

Nasul este adaptat pentru încălzirea, umidificarea şi filtrarea aerului. Vasele de sânge de la nivelul mucoasei nazale încălzesc aerul rece. Mucusul secretat de mucoasa nazală umidifică aerul uscat şi, în acelaşi timp, captează particulele fine de praf şi microorganismele. Celulele ciliate ale mucoasei transportă apoi mucusul contaminat în faringe, unde este înghiţit.

Inflamaţia mucoasei nazale se numeşte **rinită**. Inflamaţiile de natură alergică ce apar în fosele nazale poartă numele de **rinite alergice**. Factori precum polenul, penele, acarienii şi părul de animale pot provoca aceste afecţiuni. O formă de rinită alergică cauzată de polen este cunoscută sub numele de febra fânului.

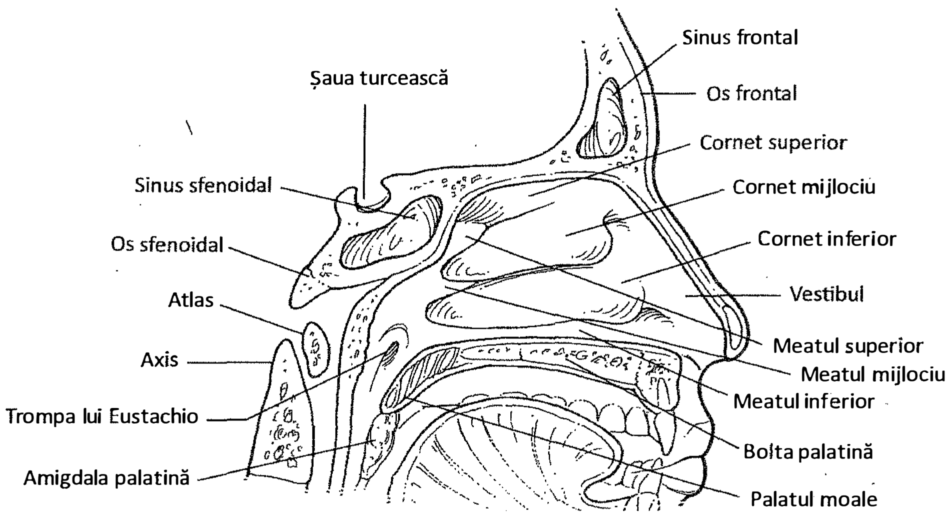


FIGURA 17.2 Structurile nasului uman, după îndepărtarea septului nazal. Se pot observa cornetele şi sinusurile osului frontal şi ale sfenoidului. Este ilustrată de asemenea şi deschiderea trompei lui Eustachio.

FARINGELE

Faringele este cunoscut şi sub denumirea de gâtlej. Este un organ ce se extinde de la nivelul cavităţilor nazale până la nivelul laringelui. Porţiunea faringelui aflată imediat posterior de cavităţile nazale şi deasupra vălului palatin este denumită **nazofaringe**. Inferior de nazofaringe se află **orofaringele**, unde se întâlnesc căile digestive şi căile respiratorii, în partea posterioară a cavităţii orale. Urmează apoi **laringofaringele**, care se află posterior faţă de laringe.

Două structuri numite **trompele lui Eustachio** pornesc de la urechea medie şi se deschid în pereţii laterali ai nazofaringelui. Trompele lui Eustachio au rolul de a egaliza presiunea aerului între nazofaringe şi urechea medie. Infecţiile urechii medii sunt cauzate, de multe ori, de microorganismele care pătrund în trompa lui Eustachio din nazofaringe.

Pe peretele posterior al nazofaringelui, în regiunea medială, se află o masă de ţesut limfatic numită **amigdala faringiană** (Figura 17.3). Amigdala protejează sistemul respirator, prin producerea de limfocite adecvate, care induc imunitate faţă de agenţii infecţioşi captaţi din aer (Capitolul 16). Când este tumefiată, aceasta poartă denumirea de **vegetaţii adenoide**. Vegetaţiile adenoide pot împiedica trecerea aerului. Masele ovale de ţesut limfatic situate pe partea laterală a faringelui, din spatele gurii, sunt numite **amigdale palatine**. Funcţia lor este similară cu cea a amigdalelor faringiene. **Amigdalita** este o inflamaţie a amigdalelor palatine.

Faringele este o cale de trecere comună pentru sistemul digestiv şi respirator. La capătul său distal, faringele se ramifică în două tuburi: esofagul, care se continuă cu stomacul, şi laringele, care se continuă cu traheea.

DE REȚINUT
Posterior față de cavitatea nazală se află nazofaringele. Posterior de cavitatea orală este situat orofaringele. Inferior orofaringelui și posterior laringelui este laringofaringele.

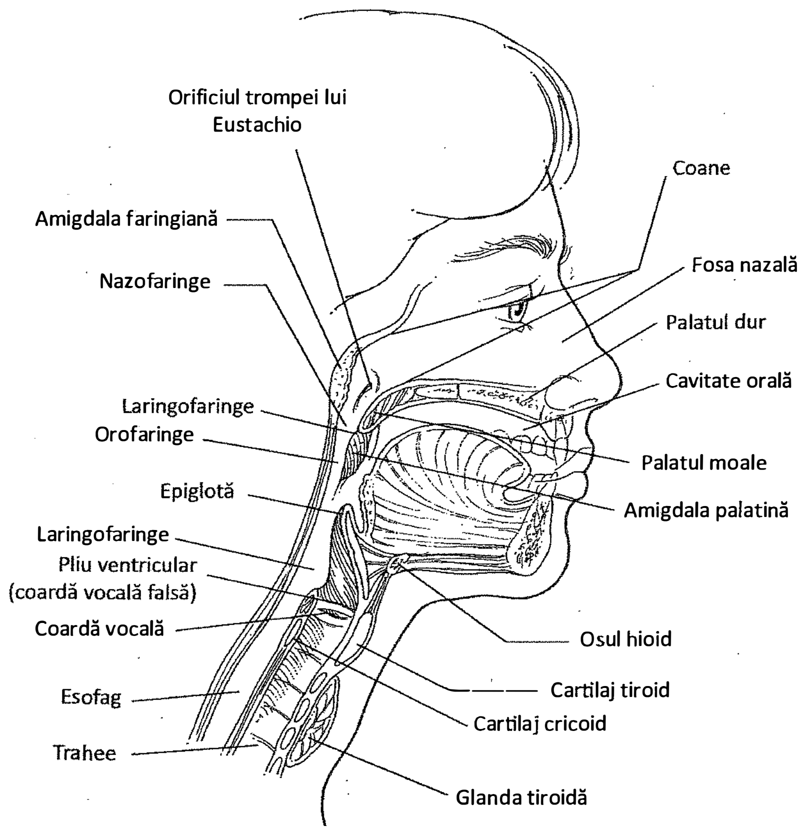


FIGURA 17.3 Secțiune sagitală la nivelul capului și gâtului ce prezintă organe ale tractului respirator în raport cu alte organe din această regiune. Observați structurile nasului, ale palatului moale și ale palatului dur, și cele trei regiuni ale faringelui. Este indicată poziția esofagului față de trahee. Amigdalele sunt ilustrate în poziția lor anatomică.

LARINGELE

Laringele este o structură cartilaginoasă ce unește faringele și traheea la nivelul vertebrelor cervicale. Acesta este compus din țesut conjunctiv care conține 11 structuri cartilaginoase aranjate în mod similar unei cutii. Cel mai mare cartilaj este **cartilajul tiroid**, cunoscut și sub numele de „mărul lui Adam". Cartilajul tiroid este vizibil în partea ventrală a gâtului și este mai pronunțat la bărbați decât la femei.

Un alt cartilaj important este **cartilajul cricoid**, care seamănă cu un inel cu pecete și leagă laringele și traheea. Un al treilea cartilaj este **cartilajul epiglotic**, sau **epiglota**, un pliu ca un „capac" în formă de frunză, situat la intrarea în laringe. Funcția epiglotei este de a închide căile respiratorii atunci când alimentele sau lichidele trec în esofag. Deschiderea către laringe este denumită **glotă**.

Laringele este o cale de trecere pentru aer, având, de asemenea, funcția de a produce sunetele (Tabelul 17.1). Din pereții laterali ai laringelui se formează două seturi de falduri (cute) membranoase groase. Aceste cute de țesut sunt denumite **corzi vocale**. Când aerul este expirat din plămâni, corzile vocale vibrează și produc sunete, care pot fi trans-

formate în cuvinte de către muşchii gâtului, buze, limbă şi obraji. Lungimea corzilor vocale determină **tonalitatea**. Femeile şi copiii au corzile vocale mai scurte, aşadar ei au voci cu o tonalitate mai ridicată.

TABEL 17.1 ORGANELE SISTEMULUI RESPIRATOR UMAN

Structură	Descriere	Funcții
Cavitatea nazală	Spațiu în interiorul nasului	Conduce aerul în faringe; mucoase cu rol de filtrare, încălzire și umidificare a aerului
Sinusurile	Spații goale situate în oasele craniului	Reduc greutatea craniului; servesc drept camere de rezonanță; spații de condiționare a aerului
Laringele	Extindere în partea superioară a traheei	Cale de trecere pentru aer; adăpostește corzile vocale
Traheea	Tub care leagă laringele de arborele bronșic	Cale de trecere a aerului, tapetată de mucoasă; filtrează aerul
Arborele bronșic	Căi ramificate de la trahee la alveole	Conduc aerul de la trahee la alveole; tapetate de mucoasă ce filtrează aerul
Plămânii	Organe moi, în formă de con, ce ocupă cea mai mare parte a cavității toracice	Cuprind căile aeriene, alveolele, vasele de sânge și alte țesuturi ale tractului respirator inferior; schimbul de gaze în alveole

TRAHEEA, BRONHIILE ȘI BRONHIOLELE

Laringele se continuă cu un tub semirigid numit **trahee**. Traheea are o lungime de aproximativ 10-12 centimetri şi este situată la nivelul liniei mediane a gâtului. Ea este susţinută şi menţinută deschisă prin intermediul unor inele cartilaginoase în forma literei „C", aşezate unul peste celălalt, şi deschise în porţiunea posterioară. Zona dintre cartilajele adiacente şi cea dintre capetele inelelor cartilajelor conţine țesut conjunctiv şi ţesut muscular neted. Traheea asigură o cale de intrare şi ieşire a aerului. Celulele ciliate care căptușesc traheea filtrează aerul înainte ca acesta să intre în bronhii şi împinge particulele captate (prinse) în mucus spre faringe, pentru a fi înghiţite. Traheea se ramifică în două **bronhii** primare, care au aceeaşi structură ca a traheei. Bronhia dreaptă este mai largă şi are o poziție mai verticală comparativ cu bronhia stângă (Figura 17.4).

Bronhiile devin din ce în ce mai mici pe măsură ce se divid în plămâni, diametrul lor fiind redus în cele din urmă până la aproximativ un milimetru. La acest nivel nu mai există cartilaj în bronhii, ele devenind **bronhiole**. Peretele bronhiolelor este alcătuit din muşchi netezi, susținuți de țesut conjunctiv. Ele continuă să se ramifice până când se formează cele mai mici conducte aeriene, numite **bronhiole terminale**. Ramificațiile traheei, a bronhiilor şi a bronhiolelor formează în plămân un sistem de căi de transport ramificate, numite **arbore bronşic**. Bronhiolele terminale se continuă cu bronhiolele respiratorii care se deschid în alveole (Figura 17.5).

Inflamația arborelui bronşic poartă denumirea de **bronșită**. O altă afecțiune a arborelui bronşic este **astmul**. Astmul se caracterizează prin episoade periodice de respirație îngreunată şi şuierătoare (wheezing). Este cauzat de spasmul muşchilor netezi, provocat de obicei de către alergeni din mediul înconjurător.

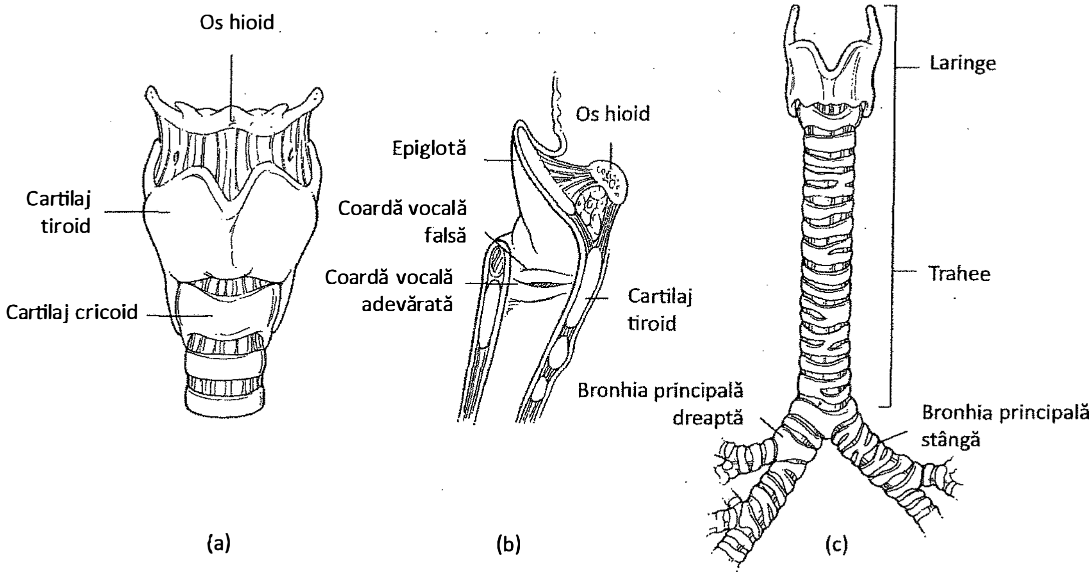


FIGURA 17.4 Laringele, corzile vocale şi traheea. (a) Vedere anterioară a laringelui. Sunt ilustrate principalele cartilaje. (b) Secțiune sagitală a laringelui, privită din partea dreaptă. Corzile vocale sunt pliuri de țesut în interiorul laringelui. Observați epiglota, în formă de „capac", formă ce îi permite să se închidă peste laringe în timpul deglutiției. (c) Traheea cu inelele cartilaginoase de susținere şi ramurile ce formează bronhiile. Observați că bronhia dreaptă este mai largă şi situată mai vertical decât bronhia stângă.

PLĂMÂNII

Plămânii sunt organe pereche ce ocupă cea mai mare parte a cavității toracice. Sunt alcătuiți din milioane de săculeți numiți **alveole**. Membranele respiratorii ale alveolelor alcătuiesc o barieră extrem de subțire prin care trec gazele, prin difuziune. La un adult, plămânul are aproximativ 300 de milioane de alveole.

Plămânii sunt separați unul de celălalt printr-o zonă mediană ce conține inima şi alte organe ale cavității toracice (timusul, o parte a esofagului şi mai multe vase mari de sânge), fixate prin țesut conjunctiv. Această zonă poartă denumirea de **mediastin**.

Plămânii au o formă conică şi, datorită alveolelor, o textură elastică şi spongioasă (buretoasă). Plămânul drept este împărțit în trei lobi, în timp ce, plămânul stâng este împărțit în doi lobi (Figura 17.5). La rândul său, fiecare lob este împărțit în **lobuli** mai mici, fiecare lobul fiind deservit de o bronhiolă.

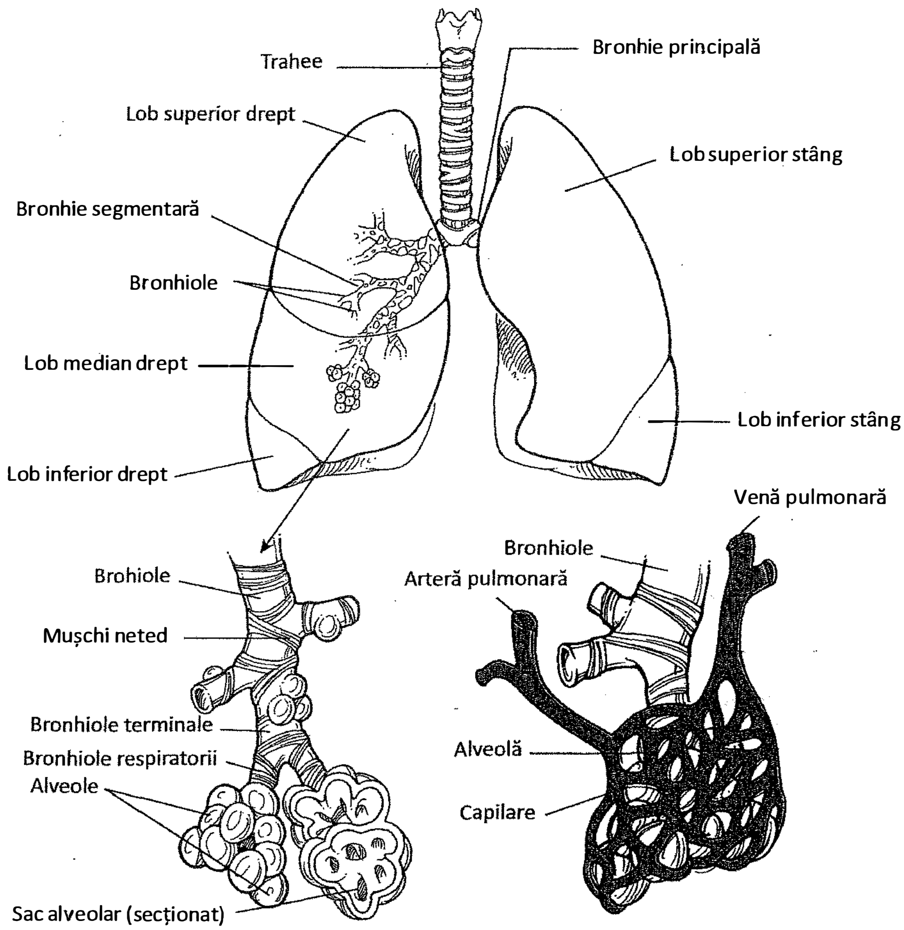


FIGURA 17.5 Detalii ale plămânilor şi ale alveolelor. (a) Sunt ilustraţi cei cinci lobi ai plămânilor şi arborele bronşic care se extinde în toate ariile pulmonare. (b) O imagine detaliată a porțiunii terminale a arborelui bronşic, prezentând o bronhiolă ce se extinde la un grup de alveole. Observaţi benzile de muşchi neted ce înconjoară bronhiolele. (c) Un grup de alveole reprezentând unitatea funcțională de bază a plămânului. O ramură a arterei pulmonare transportă sângele la alveole şi reţeaua capilară care înconjoară alveolele. Aici are loc schimbul de gaze. O ramură a venei pulmonare transportă apoi sângele din alveole, înapoi în partea stângă a inimii.

Fiecare plămân este înconjurat de o membrană dublu stratificată numită **pleură**. Stratul intern al pleurei se numeşte **pleura viscerală**. Acest strat acoperă suprafaţa fiecărui plămân, pătrunde în fisurile dintre lobi. Stratul extern al pleurei, numit **pleura parietală**, acoperă suprafața interioară a cavității toracice.

Pleura viscerală şi cea parietală se continuă una cu cealaltă într-o zonă în care bronhiile primare, vasele de sânge și nervii pătrund în plămâni. Astfel, cele două foițe ale pleurei formează „un sac dezumflat". Zona din interiorul sacului (între pleura viscerală şi cea parietală) se numeşte **cavitate pleurală**. Lichidul din această cavitate păstrează cele două foițe într-un contact strâns şi le permite să alunece uşor una peste cealaltă.

FIZIOLOGIA RESPIRAȚIEI

Procesul respirației este un mecanism fiziologic important, ce include ventilația și schimbul de gaze.

MECANISMUL VENTILAȚIEI PULMONARE

Ventilația reprezintă procesul prin care aerul intră și iese din alveole. Ventilația se bazează pe principiul conform căruia aerul se deplasează dintr-o regiune cu presiune înaltă (densitate crescută) către o regiune cu presiune joasă (densitate scăzută). Astfel, aerul va pătrunde în plămâni dacă aerul din alveole are o presiune mai joasă decât cea atmosferică. Aerul părăsește plămânii dacă aerul din alveole are o presiune mai mare decât cea atmosferică.

Modificările de presiune din plămâni sunt generate de activitatea unor mușchi scheletici, numiți **mușchi respiratori**, ca răspuns la stimuli transmiși prin nervul frenic. Modificările de presiune depind de elasticitatea plămânilor și de relația anatomică a pleurei cu plămânii. Depind, de asemenea, și de prezența unui spațiu toracic închis, în care se află plămânii. În plus, modificările de presiune sunt generate și de alinierea pleurei viscerale (ce căptușește plămânii) imediat lângă pleura parietală (ce căptușește cavitatea toracică).

DE REȚINUT
Inspirația aduce aer în plămâni prin creșterea volumului cavității toracice. Prin scăderea volumului, expirația permite ieșirea aerului.

În timpul **inspirației**, au loc contracții ale mai multor seturi de mușchi respiratori situați între coaste. Acești mușchi se numesc **mușchi intercostali externi**. Contracțiile musculare ridică coastele în sus și înspre exterior (Figura 17.6). În același timp, **diafragma** se contractă și se mișcă în jos. Aceste contracții musculare simultane cresc foarte mult volumul toracelui. Mușchii intercostali sunt utilizați de cele mai multe ori în inspirația forțată, în timp ce, diafragma este folosită atât în respirația forțată cât și în cea normală. Datorită volumului crescut al cuștii toracice, plămânii, fiind elastici, se destind pentru a umple cavitatea toracică. Astfel, plămânii urmează expansiunea toracică.

Expansiunea plămânilor crește volumul din căile aeriene și alveole. Creșterea volumului determină și scăderea presiunii aerului din alveole și căile aeriene. Pentru că aerul trece dintr-o regiune cu presiune înaltă într-o regiune cu presiune joasă, aerul atmosferic va pătrunde liber în alveolele pulmonare.

După ce plămânii s-au umplut cu aer, are loc schimbul de gaze între alveole și sânge. Următorul proces ce are loc este expirația. În timpul **expirației**, mușchii respiratori (mușchii intercostali externi și diafragma) se relaxează. Odată cu relaxarea, scade volumul toracelui, care revine la forma sa inițială. Această activitate comprimă plămânii și scade volumul acestora. Scăderea volumului crește presiunea aerului din plămâni. Deoarece aerul trece dintr-o regiune cu presiune ridicată într-una cu presiune joasă, acesta iese din alveole în atmosferă prin căile aeriene.

Expirația golește parțial plămânii de aer. Este un proces pasiv, care poate fi controlat de organism, dar nu la fel de mult ca și inspirația.

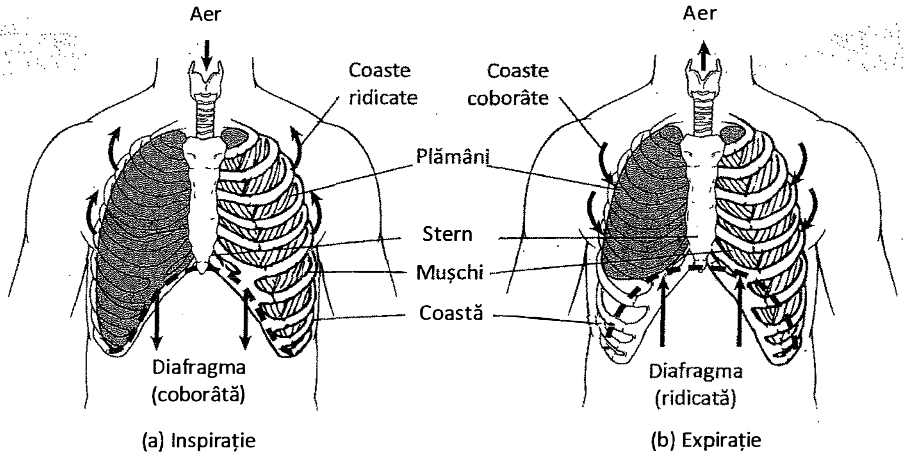


FIGURA 17.6 Schimbările de volum ale cavității toracice pe măsură ce se contractă mușchii respiratori. (a) Diafragma și mușchii intercostali se contractă și cresc volumul cavității toracice. Plămânii se expansionează, și astfel volumul lor crește, permițând inhalarea aerului. (b) Când mușchii se relaxează, cavitatea toracică revine la dimensiunea din repaus (observați diferențele de mărime). Acum plămânii se relaxează, scăzând astfel volumul lor și permițând ieșirea aerului.

VOLUMELE PULMONARE

În repaus și în timpul respirației normale, aproximativ 500 mililitri de aer intră și ies din plămâni. Acest volum de aer poartă denumirea de **volum curent**. După o expirație normală, în plămâni rămân aproximativ 2500 ml de aer. Chiar și după o expirație forțată, în plămân mai rămân aproximativ 1000 ml de aer. Acest volum se numește **volum rezidual**.

Prin inspirație forțată, în plămân mai pot fi introduși aproximativ 2500-3500 ml de aer pe lângă cei 500 ml de aer din timpul unei inspirații normale. Volumul maxim de aer ce poate fi schimbat la nivel pulmonar reprezintă **capacitatea vitală pulmonară**. Deoarece capacitatea vitală presupune efectuarea unei inspirații și a unei expirații forțate, care determină un efort muscular intens, umplerea plămânilor la capacitatea maximală nu poate fi menținută pentru o perioadă îndelungată.

CONTROLUL RESPIRAȚIEI

Respirația este controlată prin contracții ale mușchilor respiratori, iar aceștia sunt controlați de către stimuli nervoși. Zona principală de control a mușchilor respiratori este o porțiune a encefalului, numită **centrul de control respirator**. Acesta este situat în trunchiul cerebral și cuprinde părți din bulb și punte (Figura 17.7). Două grupuri neuronale din această regiune controlează ritmul respirației și amplitudinea mișcărilor din timpul respirației forțate. O altă zonă din centrul de control, numită **zona pneumotaxică**, reglează și ea frecvența și amplitudinea respirației.

Centrii respiratori din trunchiul cerebral monitorizează indirect nivelul de dioxid de carbon din fluxul sanguin. Dioxidul de carbon este un produs rezidual al respirației ce-

lulare. Pe măsură ce crește concentrația de dioxid de carbon din sângele arterial, gazul difuzează în lichidul cefalorahidian, ajungând astfel la nivelul centrului respirator. Creșterea concentrației dioxidului de carbon în lichid determină o creștere corespunzătoare a concentrației ionilor de hidrogen (adică a acidității) în lichid. Nivelul ridicat al ionilor de hidrogen activează centrul respirator, și impulsurile nervoase din zona pneumotaxică sunt transmise mușchilor respiratori. Impulsurile cresc frecvența și amplitudinea respirației. Pe măsură ce dioxidul de carbon este expirat din plămâni, concentrația ionilor de hidrogen din sânge scade. Acest lucru determină scăderea concentrației ionilor de hidrogen în lichidul cefalorahidian, ceea ce inhibă activarea centrului respirator.

Alți receptori pentru sistemul respirator sunt receptorii chimici (chemoreceptori) situați în arterele carotide și la nivelul arcului aortic (Capitolul 15). Acești chemoreceptori monitorizează conținutul de oxigen dizolvat din sânge. Atunci când nivelul de oxigen este scăzut, sunt stimulați chemoreceptorii care trimit impulsuri la centrul de control respirator pentru a crește frecvența și amplitudinea respirației.

Activitatea centrului respirator și cea a chemoreceptorilor sunt mecanisme involuntare de control respirator. Organismul poate anula parțial aceste mecanisme cu ajutorul impulsurilor nervoase din cortexul cerebral, care sunt transmise centrului de control respirator. Controlul voluntar permite oprirea respirației în timpul înotului sau în alte situații.

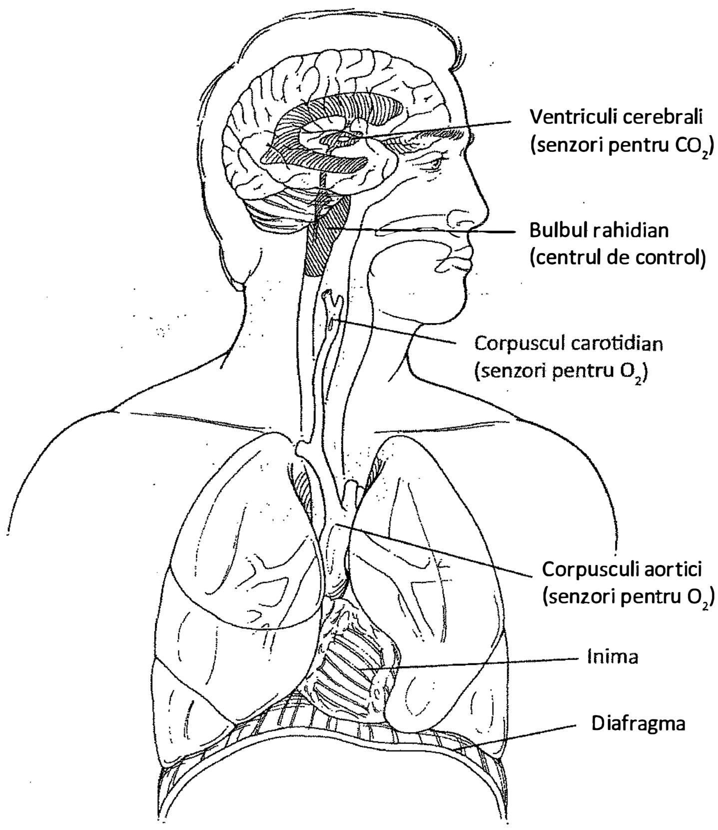


FIGURA 17.7 Controlul respirației în organism. Trei zone importante de control sunt situate în bulbul rahidian, arterele carotide și în arcul aortic.

Cu toate acestea, pe măsură ce nivelul dioxidului de carbon şi al ionilor de hidrogen creşte în lichidele corpului, impulsurile din centrul respirator înving oprirea voluntară a respirației. În acest moment suntem obligați să inspirăm. Respirația profundă și rapidă se numeşte **hiperventilație**.

SCHIMBUL DE GAZE

Oxigenul şi dioxidul de carbon sunt transportate la şi de la plămâni prin mecanisme uşor diferite. În ceea ce priveşte oxigenul, aproximativ 2% din gaz este dizolvat în plasmă sau în citoplasma globulelor roşii (hematii). Restul de 98% este transportat de moleculele de hemoglobină din globulele roşii. Fiecare moleculă de hemoglobină este capabilă să lege cu uşurinţă patru molecule de oxigen. Când oxigenul este legat de hemoglobină, complexul poartă denumirea de **oxihemoglobină**.

În ceea ce priveşte dioxidul de carbon, o parte foarte mică (aproximativ 7%) este transportată sub formă de gaz dizolvat în plasmă şi în citoplasma hematiilor (Figura 17.8). Aproximativ 25 - 30% din dioxidul de carbon este transportat sub formă de **carbaminohemoglobină** de către moleculele de hemoglobină, care au eliberat în prealabil oxigenul în țesuturi. Dioxidul de carbon se leagă de hemoglobină într-un loc diferit de cel în care se leagă oxigenul.

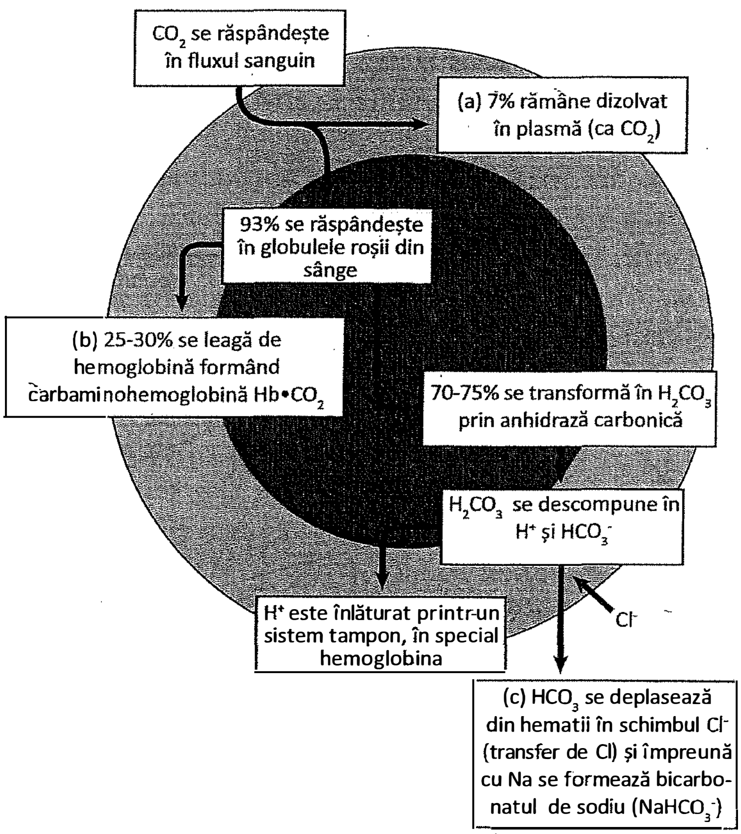


FIGURA 17.8 Transportul dioxidului de carbon în sânge. Dioxidul de carbon pătrunde în sânge (stânga sus); trei mecanisme diferite asigură transportul acestuia: (a) ca CO_2 dizolvat; (b) sub formă de carbaminohemoglobină; şi (c) sub formă de bicarbonat de sodiu.

Dioxidul de carbon rămas (aproximativ 70-75%) este transportat în sânge sub formă de **ioni de bicarbonat** (HCO_3^-), în globulele roşii. Aceşti ioni de bicarbonat se formează după ce dioxidul de carbon pătrunde în plasma sanguină de la nivel tisular şi se combină cu apa în globulele roşii pentru a forma acid carbonic (H_2CO_3). Această reacţie este catalizată de **anhidraza carbonică**, o enzimă prezentă în globulele roşii. Acidul carbonic disociază apoi în ioni de hidrogen şi ioni de bicarbonat. Unii ioni de bicarbonat ajung în globulele roşii, şi reprezintă mecanismul de transport pentru dioxidul de carbon. Cu toate acestea, mulţi ioni difuzează în plasmă unde, pentru transport, se combină cu ioni de sodiu, pentru a forma bicarbonat de sodiu ($NaHCO_3$). De fiecare dată când un ion de bicarbonat difuzează prin membrana globulelor roşii, în ele pătrunde un ion de clor. Când un număr mare de molecule de CO_2 intră în sânge, procesele se desfăşoară cu rapiditate şi apare un influx crescut de ioni de clor în eritrocite, fenomen denumit **transfer de clor**.

DE REŢINUT
În plămâni, oxigenul trece din alveole în sânge iar CO_2 trece din sânge în alveole.

În alveole, oxigenul din aer este schimbat cu dioxidul de carbon din sânge. Forţa motrice a acestui schimb este un proces pasiv numit **difuziune**. Difuziunea este mişcarea moleculelor dintr-o zonă cu concentraţie mare spre o zonă cu concentraţie scăzută. Difuziunea nu necesită consum energetic şi este un fenomen pasiv. În Capitolul 21 sunt prezentate detaliile privind presiunile oxigenului şi ale dioxidului de carbon.

La nivelul alveolelor, globulele roşii se deplasează prin capilarele microscopice de pe suprafaţa sacului alveolar. Oxigenul din sacul alveolar difuzează prin membrana respiratorie în plasmă şi apoi pătrunde în interiorul eritrocitului. Difuziunea are loc în această direcţie, deoarece hematiile sunt puţin oxigenate (prezintă deficit de oxigen), în timp ce, aerul din alveole este bogat în oxigen. Moleculele de oxigen pătrund în hematii şi se leagă uşor de moleculele de hemoglobină, pentru a fi transportate la celule (Figura 17.9).

Deoarece moleculele de oxigen trec din sacul alveolar în globulele roşii, ionii de bicarbonat sunt convertiţi în molecule de dioxid de carbon. Moleculele de dioxid de carbon trec apoi prin difuziune din globulele roşii în sacul alveolar. Difuziunea are loc deoarece hematiile sunt bogate în dioxid de carbon, în timp ce aerul din alveole este sărac în dioxid de carbon.

După ce a avut loc schimbul gazos dintre sânge şi aer, hematiile părăsesc zona sacilor alveolari. Capilarele se unesc pentru a forma venulele pulmonare, care se unesc apoi pentru a forma **venele pulmonare**, ce transportă sângele înapoi la inimă.

Venele pulmonare se varsă în partea stângă a inimii, iar apoi ventriculul stâng pompează sângele bogat în oxigen la nivelul ţesuturilor corpului. La nivelul ţesuturilor organismului, oxigenul este eliberat din globulele roşii prin mecanisme opuse celor din alveole, iar apoi este preluată o nouă încărcătură de dioxid de carbon (Figura 17.9). Oxigenul este utilizat în metabolismul celular în timpul procesului de eliberare de energie şi formare a ATP-ului (Capitolul 19).

DE REŢINUT
În ţesuturi, oxigenul trece din sânge în ţesuturi şi CO_2 trece din ţesuturi în sânge.

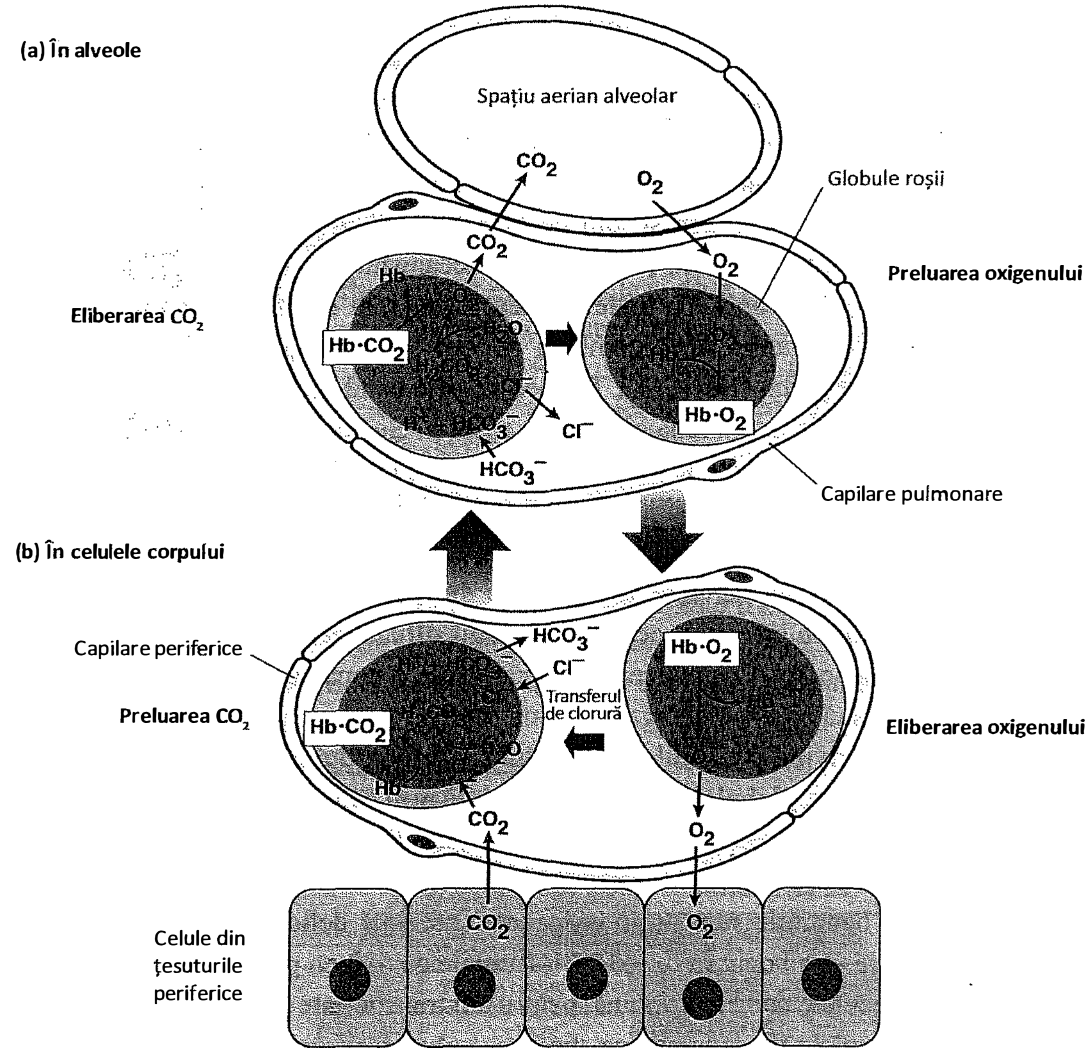
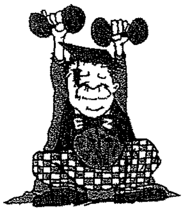


FIGURA 17.9 Un rezumat al transportului gazelor și al mecanismelor de schimb gazos în corpul uman. (a) La nivel alveolar se eliberează CO_2 și se preia oxigen. Gazele difuzează prin membranele alveolare și capilare. (b) La nivelul celulelor, pentru cele două gaze se petrece procesul invers. Observați că oxigenul este transportat legat de hemoglobina (Hb) din globulele roșii, în timp ce CO_2 este transportat dizolvat în plasmă, legat de moleculele de hemoglobină, și sub formă de ioni de bicarbonat în bicarbonatul de sodiu.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Identificaţi corect literele corespunzătoare părţilor componente ale sistemului respirator.

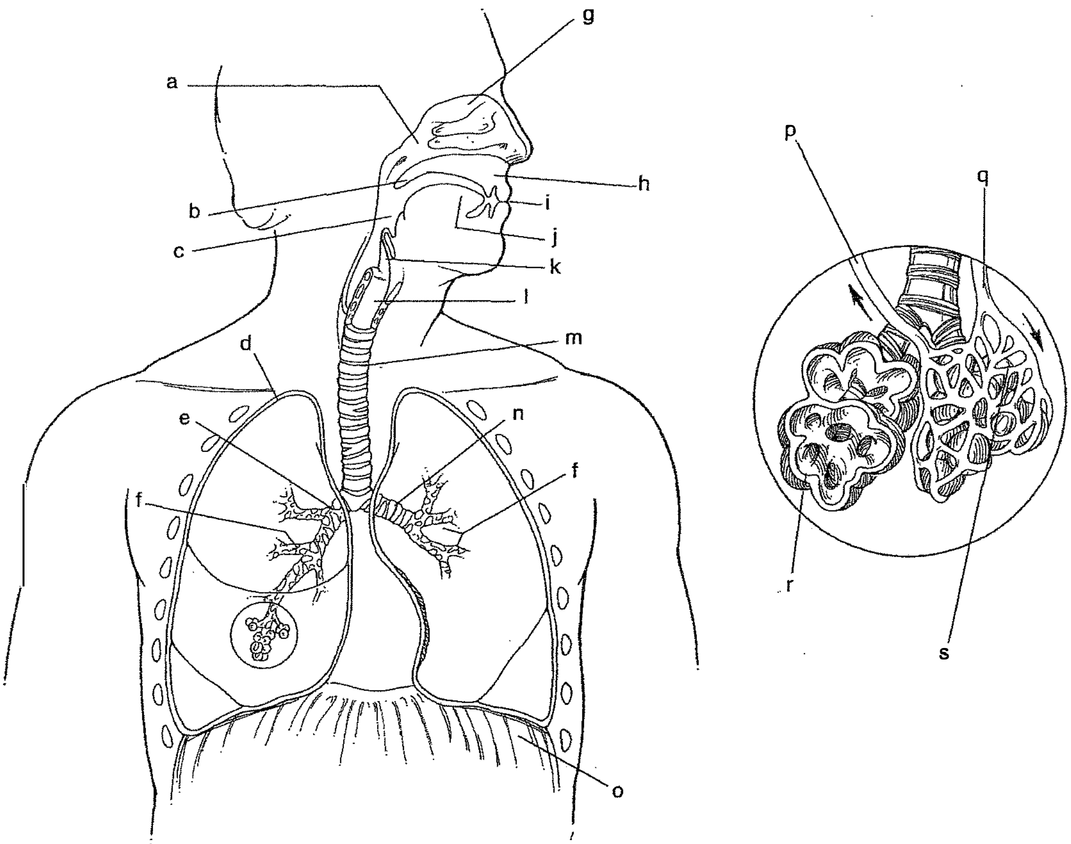


FIGURA 17.10

__ 1. alveolă
__ 2. bronhiole
__ 3. diafragma
__ 4. glotă
__ 5. palatul dur
__ 6. laringe
__ 7. bronhia stângă
__ 8. cavitate orală
__ 9. cavitate nazală
__10. nazofaringe
__11. orofaringe
__12. foiţă pleurală
__13. arteriolă pulmonară
__14. capilar pulmonar
__15. venulă pulmonară
__16. bronhia dreaptă
__17. palatul moale
__18. limba
__19. traheea

SECȚIUNEA B – Completare: Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.

1. Oxigenul şi dioxidul de carbon sunt transportate între celulele corpului şi sistemul respirator de către __________.
2. Cele mai mici ramificații ale tuburilor sistemului respirator se termină în grupuri de săculeți microscopici numiți ____________.
3. Schimbul de gaze între sânge şi atmosferă are loc la nivelul unor structuri numite ____________.
4. Sângele este transportat de la inimă spre plămân printr-o arteră majoră numită ____________.
5. Cavitatea orală şi cavitățile nazale se întâlnesc într-o regiune ce poartă denumirea de ____________.
6. Cavitățile nazale se deschid spre mediul extern la nivelul nărilor, numite de asemenea ____________.
7. În cavitatea nazală căile aeriene sunt separate una de cealaltă de către prelungiri osoase din septul nazal cunoscute şi sub numele de ____________.
8. Mai multe oase din craniu conțin cavități ce comunică cu cavitățile nazale, cavități cunoscute sub denumirea de ____________.
9. Simțul mirosului este asociat cu o zonă numită ____________, situată la nivelul peretelui superior al cavităților nazale.
10. Cele trei funcții ale nasului includ umidificarea aerului, filtrarea aerului şi ____________.
11. Inflamațiile de natură alergică ce apar în cavitățile nazale poartă denumirea generală de ____________.
12. O altă denumire a faringelui este cea de ____________.
13. Căile digestive şi respiratorii se întâlnesc într-o regiune a faringelui cunoscută sub numele de ____________.
14. Pereții laterali ai nazofaringelui conțin orificiile de deschidere ale unor canale ce pornesc din urechea medie numite ____________.
15. Masa de țesut limfatic de pe peretele medial posterior al nazofaringelui este____________.
16. Cel mai mare cartilaj al laringelui, cunoscut şi sub numele de „mărul lui Adam", este ____________.
17. Cartilajul laringelui care seamană cu un inel cu pecete şi care leagă traheea de laringe este numit ____________.

18. Deschiderea spre laringe poartă denumirea de __________.
19. Vibrația corzilor vocale se datorează aerului expirat din ___________.
20. Deoarece bărbații au corzile vocale mai lungi, vocea lor are o ___________ mai joasă
21. Traheea este susținută de o serie de structuri ___________ în forma literei „C".
22. Cele două tuburi care se ramifică primar din trahee sunt ___________.
23. Dincolo de nivelul la care bronhiile devin ___________, cartilajul din pereții lor dispare.
24. Pereții bronhiolelor sunt alcătuiți în cea mai mare parte din mușchi ______.
25. Cel mai cunoscut nume pentru inflamația arborelui bronșic este ___________.
26. Plămânii ocupă cea mai mare parte a ___________.
27. Numărul alveolelor la un adult este de aproximativ ___________.
28. Plămânul stâng este împărțit în doi lobi, în timp ce plămânul drept este împărțit în ___________.
29. Membrana dublu stratificată ce înconjoară fiecare plămân este ___________.
30. Stratul extern al pleurei, ce căptușește suprafața interioară a cavității toracice, este ___________.
31. Principiul ce stă la baza respirației este acela că aerul trece din regiunea cu presiune înaltă în regiunea cu ___________.
32. Modificările de presiune din plămâni sunt influențate de activitatea mușchilor scheletici ce poartă denumirea de ___________.
33. În timpul inspirației, coastele sunt ridicate în sus și în afară de o serie de mușchi cunoscuți sub numele de ___________.
34. În timpul inspirației, contracțiile provoacă o mișcare descendentă a unui mușchi sub formă de cupolă denumit ___________.
35. Relaxarea mușchilor respiratori comprimă toracele și crește presiunea aerului din ___________.
36. În timp ce inspirația este un proces activ, expirația este un/o ___________.
37. În timpul respirației normale, în condiții de repaus, cantitatea de aer care intră și iese din plămâni reprezintă ___________.
38. Volumul de aer expirat forțat după o inspirație forțată reprezintă ___________.
39. Respirația este controlată de o porțiune a encefalului numită centru de control respirator, ce include o parte a bulbului rahidian și ___________.

40. Centrii respiratori din encefal sunt influențați indirect de către concentrația sanguină de __________.

41. Frecvența respirației este controlată de o zonă a encefalului cunoscută sub numele de __________.

42. Centrul respirator este activat de către nivelul de _________ din lichidul cefalo-rahidian.

43. În timp ce contracția mușchilor scheletici este de regulă voluntară, controlul respirației este de obicei __________.

44. Cea mai mare parte a oxigenului este transportată în corp în asociere cu __________.

45. Aproximativ 70-75% din dioxidul de carbon este transportat în sânge sub formă de __________.

46. Aproximativ 25-30% din dioxidul de carbon este transportat în corp ca și __________.

47. Forța motrice a schimbului gazos din alveole este procesul de __________.

48. În timp ce transportul activ este un proces activ pentru deplasarea moleculelor, difuziunea este un __________.

49. În timpul schimbului de gaze din plămâni, moleculele de oxigen se deplasează spre __________.

50. În timpul schimbului de gaze din plămâni, moleculele de dioxid de carbon se deplasează înspre __________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:

1. Cavitățile nazale și cavitatea orală se întâlnesc într-o porțiune a corpului numită
   A. cornete nazale
   B. sinusuri
   C. faringe
   D. trahee

2. Următoarele afirmații despre sinusuri sunt adevărate, *cu excepția*
   A. sunt prelungiri osoase ale cavității nazale
   B. se găsesc în osul frontal, maxilar, osul vomer și în oasele parietale
   C. mucoasa lor se continuă cu mucoasa cavității nazale
   D. sunt cavități pe unde circulă aerul

3. Pe peretele superior al cavităților nazale există receptori pentru simțul
   A. auzului
   B. mirosului
   C. echilibrului
   D. atingerii şi pipăitului

4. Următoarele sunt funcții ale nasului, *cu excepția*
   A. umidifică aerul
   B. serveşte drept locație pentru încălzirea aerului
   C. este locul unde se filtrează aerul
   D. este locul unde are loc schimbul de gaze

5. Mucusul secretat de mucoasa nazală
   A. reține microorganisme
   B. usucă aerul
   C. furnizează nutrienți celulelor nazale
   D. conține enzime digestive

6. Materii precum granule de polen, acarieni şi pene constituie cauza
   A. pneumoniei
   B. amigdalitei
   C. rinitei alergice
   D. emfizemului

7. Calea respiratorie şi cea digestivă se întâlnesc la nivelul
   A. laringelui
   B. esofagului
   C. orofaringelui
   D. nărilor

8. Funcția trompei lui Eustachio este de a
   A. transporta substanțe nutritive la nivelul urechii mijlocii
   B. furniza enzime digestive pentru carbohidrați
   C. furniza hormoni la nivelul gurii
   D. egaliza presiunea de aer dintre faringe şi urechea mijlocie

9. Funcția amigdalei este de a
   A. produce hormoni importanți pentru organism
   B. sintetiza globulele roşii ale organismului
   C. induce imunitate la agenții infecțioşi din aer
   D. sintetiza proteinelor de coagulare ale sângelui

10. Cele două canale la capătul distal al faringelui sunt
    A. trompa lui Eustachio şi nara
    B. laringele şi esofagul
    C. vena cavă şi aorta
    D. intestinul subțire şi gros

11. Funcția structurilor cartilaginoase din trahee este de a
    A. menţine deschisă traheea
    B. furniza calciu în fluxul sanguin
    C. reține microorganisme străine în tractul respirator
    D. schimba impulsuri nervoase la nivelul tractului respirator

12. Epiglota are funcţia de a
    A. susţine traheea
    B. nu permite trecerea alimentelor sau a lichidelor în tractul respirator
    C. servi drept loc pentru mişcarea corzilor vocale
    D. creşte tonalitatea vocii la femei şi copii

13. Traheea este susţinută şi menţinută deschisă de inele de
    A. muşchi scheletic
    B. os
    C. ţesut epitelial
    D. cartilaj

14. Ramificaţiile care pornesc din trahee şi conduc la plămâni sunt
    A. canalele alveolare
    B. bronhiile
    C. bronhiolele terminale
    D. conductele alveolare

15. Spasmul muşchilor netezi de la nivelul arborelui bronşic poate fi declanşat de alergeni şi poate induce
    A. astm
    B. febra fânului
    C. contracția muşchiului scheletal
    D. contracții ale inelelor cartilaginoase

16. Care din următoarele afirmaţii se referă la plămânul drept?
    A. este împărțit în doi lobi
    B. sângele ajunge la el prin vena pulmonară
    C. este împărțit în trei lobi
    D. are inervaţie proprie

17. Membrana dublu stratificată cunoscută sub numele de pleură
    A. se găseşte în trahee
    B. separă plămânii între ei
    C. înconjoară fiecare plămân
    D. defineşte limita alveolară

18. Cavitatea pleurală se situează
    A. între pleura viscerală şi cea parietală
    B. între cavitățile toracică şi abdominală
    C. între cavitățile dorsală şi ventrală
    D. în jurul inimii

19. Contracția mușchilor inspiratori determină
    A. scăderea volumului toracelui
    B. mărirea volumului toracelui
    C. creșterea volumului de sânge din plămâni
    D. scăderea volumului de sânge din plămâni

20. În timpul inspirației, modificările de presiune din plămâni se datorează următoarelor caracteristici, *cu excepția*
    A. compartimentului toracic închis ce cuprinde plămânii
    B. elasticității plămânilor
    C. fixării ferme a foițelor pleurale
    D. impulsurilor nervoase care ajung la plămâni din encefal

21. Există un control voluntar al
    A. fluxului de sânge spre plămâni dar nu din plămâni
    B. impulsurilor nervoase la plămâni
    C. inspirației
    D. contracției plămânilor

22. Printr-o inspirație normală se introduc în plămâni aproximativ
    A. 2500 ml de aer
    B. aproximativ 10000 ml de aer
    C. aproximativ 500 ml de aer
    D. aproximativ 10 ml de aer

23. Capacitatea vitală este
    A. volumul de aer rămas în plămâni după o expirație forțată
    B. cel mai mare volum de aer care poate fi eliminat din plămâni
    C. cantitatea de aer ce rămâne în plămâni după expirație
    D. cantitatea de aer ce intră în plămâni în timpul unei inspirații normale

24. Următoarele dețin control asupra respirației, *cu excepția*
    A. receptorii chimici din arterele carotide
    B. centrul respirator de control din trunchiul cerebral
    C. nivelul de ioni de hidrogen din lichidul cefalorahidian
    D. cantitatea de sânge ce intră în plămâni

25. Dioxidul de carbon poate fi transportat în fluxul sanguin în următoarele moduri, *cu excepția*
    A. legat de moleculele de hemoglobină
    B. sub formă de gaz dizolvat în plasmă
    C. sub formă de ioni de bicarbonat
    D. legat de moleculele de hormoni din sânge

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

1. Alveolele sunt formate din membrane elastice fine acoperite de o rețea capilară a circulației sistemice.
2. Calea normală prin care aerul pătrunde în sistemul respirator este gura.
3. În cavitățile nazale se deschid sinusuri, care se extind la mai multe oase ale craniului.
4. Aerul este umidificat, încălzit și filtrat în timp ce trece prin cavitatea orală.
5. Afecțiunea cunoscută sub numele de rinită alergică poartă adeseori denumirea de astm.
6. Trompele lui Eustachio sunt folosite pentru a egaliza presiunea aerului între nazofaringe și urechea medie.
7. La capătul distal, faringele se ramifică în două tuburi numite esofag și laringe.
8. Cel mai mare cartilaj al laringelui este cartilajul cricoid, cunoscut si sub numele de „mărul lui Adam".
9. Corzile vocale, cu rol în producerea sunetelor, sunt localizate în trahee.
10. Traheea este menținută deschisă de o serie de inele osoase în forma literei „C", așezate unul peste celălalt.
11. Bronhiolele sunt alcătuite din mușchi scheletici susținuți de țesut conjunctiv.
12. Membrana dublu stratificată ce înconjoară fiecare plămân este cunoscută sub denumirea de peritoneu.
13. Bronhia care este puțin mai mare și mai verticală este bronhia stângă.
14. Expansiunea plămânilor se datorează în parte contracțiilor diafragmei.
15. Expansiunea plămânilor crește volumul acestora și crește presiunea aerului din interiorul acestora.
16. În timpul expirației mușchii respiratori se contractă, iar toracele revine la forma sa inițială.
17. Volumul curent al plămânilor în timpul unei respirații normale este de aproximativ 500 de mililitri de aer.
18. Capacitatea vitală este cel mai mare volum de aer ce poate fi expirat din plămâni, după o inspirație forțată.
19. Centrul respirator de control al plămânilor este situat într-o porțiune a inimii.
20. Creșterea dioxidului de carbon în sânge provoacă o scădere corespunzătoare a concentrației ionilor de hidrogen.
21. Impulsurile nervoase din cerebel pot anula activitatea centrului respirator în reglarea respirației.
22. Cea mai mică cantitate de dioxid de carbon este transportată în sânge sub formă de ioni de bicarbonat.

23. Procesul pasiv cunoscut sub numele de osmoză este responsabil de mişcarea oxigenului şi a dioxidului de carbon prin membranele capilarelor înspre alveole şi invers.
24. Pentru a putea fi transportate la celulele corpului, moleculele de oxigen se leagă de moleculele de hemoglobină din globulele roşii.
25. Pe măsură ce părăsesc regiunea alveolelor, capilarele se unesc şi formează venulele pulmonare.

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

O leziune la nivelul gâtului a afectat fibrele nervului frenic drept al lui Pedro. Acest lucru a provocat paralizia diafragmei drepte, dar nu şi a celei stângi. Pe o radiografie făcută în inspiraţie se observă coborârea diafragmei stângi şi ridicarea diafragmei drepte. Explicaţi modul în care acest lucru este posibil.

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A

Figura 17.10

1. r
2. f
3. o
4. k
5. h
6. l
7. n
8. i
9. g
10. a
11. c
12. d
13. q
14. s
15. p
16. e
17. b
18. j
19. m

SECŢIUNEA B – Completare

1. sistemul circulator
2. alveole
3. alveole
4. artera pulmonară
5. faringe
6. narine externe
7. cornete nazale
8. sinusuri
9. regiunea olfactivă
10. încălzirea aerului
11. rinite alergice
12. gâtlej
13. orofaringe
14. trompele lui Eustachio
15. amigdala faringiană
16. cartilajul tiroid
17. cartilajul cricoid
18. glotă
19. plămâni
20. tonalitate
21. cartilaginoase
22. bronhiile
23. bronhiole
24. netezi
25. bronşită
26. cavităţii toracice
27. 300 de milioane
28. 3 lobi

29. pleura
30. pleura parietală
31. presiune joasă
32. muşchi respiratori
33. muşchi intercostali externi
34. diafragma
35. plămâni
36. proces pasiv
37. volumul curent
38. capacitate vitală
39. puntea
40. dioxid de carbon
41. zona pneumotaxică
42. ioni de hidrogen
43. involuntar
44. moleculele de hemoglobină
45. ioni de bicarbonat/ bicarbonat de sodiu
46. molecule de carbaminohemoglobină
47. difuziune
48. proces pasiv
49. sânge
50. sacul alveolar

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

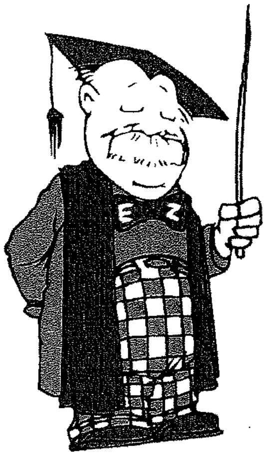
1. C
2. B
3. B
4. D
5. A
6. C
7. C
8. D
9. C
10. B
11. A
12. B
13. D
14. B
15. A
16. C
17. C
18. A
19. B
20. D
21. C
22. C
23. B
24. D
25. D

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. pulmonare
2. nasul
3. A
4. nas
5. febra fânului
6. urechea medie
7. A
8. cartilajul tiroid
9. laringe
10. cartilaginoase
11. netezi
12. pleură
13. dreaptă
14. A
15. scade
16. relaxează
17. A
18. A
19. encefalului
20. creştere
21. cortexul cerebral
22. mare
23. difuziune
24. A
25. A

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Atunci când nervul frenic stâng stimulează diafragma stângă şi muşchii intercostali stângi, volumul cavității toracice creşte. Diafragma dreaptă, flască, paralizată, este ascensionată din cauza presiunii negative din cavitatea toracică.



18

Sistemul digestiv

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă în mod succint anatomia şi fiziologia sistemului digestiv. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- faceţi diferenţa între tunicile tractului gastrointestinal;
- prezentați pe scurt anatomia cavității orale, a buzelor, a obrajilor, a palatului, a limbii, a glandelor salivare, a dinților, a faringelui şi a esofagului;
- faceţi diferenţa între tipurile şi părţile componente ale dinților şi ale țesutului conjunctiv asociat acestora;
- identificaţi sfincterele tractului gastrointestinal;
- identificaţi zonele, structurile şi celulele stomacului; să corelaţi celulele stomacului cu substanțele pe care le produc şi funcțiile acestora;
- descrieţi celulele, structurile şi funcțiile intestinului subțire;
- sintetizați procesele de digestie şi absorbție realizate în intestinul subțire;
- descrieţi structura şi funcţiile intestinului gros;
- identificaţi caracteristicile pancreasului şi ale ficatului, în special cele asociate cu bila şi drenajul secreţiilor pancreatice şi biliare in intestinul subtire;
- descrieţi bila şi funcţiile elementelor sale componente;
- rezumaţi caracteristicile sucului pancreatic;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Tractul gastrointestinal: cavitatea orală, esofagul, stomacul, intestinul subțire şi intestinul gros
- Organele anexe: ficatul şi pancreasul
- Întrebări recapitulative

Sistemul digestiv are două funcții importante: descompunerea moleculelor mari de alimente în molecule mici şi absorbţia moleculelor mici, a mineralelor şi a apei în organism. Sistemul digestiv este format din tractul gastrointestinal şi o serie de organe anexe. Organele tractului gastrointestinal sunt: cavitatea orală, esofagul, stomacul, intestinul subţire şi cel gros. Organele anexe cuprind glandele salivare, ficatul şi pancreasul (Figura 18.1).

Tractul gastrointestinal este o structura tubulară, musculară, de aproximativ 9 m lungime. Pereţii acestuia sunt alcătuiţi din patru straturi distincte. Tunica internă este denumită membrana mucoasă sau **mucoasa**. Aceasta este compusă dintr-un epiteliu ce acoperă un ţesut conjunctiv, care conţine mici cantităţi de muşchi neted. Mucoasa conţine glande ale sistemului gastrointestinal. Aceste glande secretă enzime necesare digestiei moleculelor alimentare şi mucus pentru a proteja ţesuturile tractului gastrointestinal.

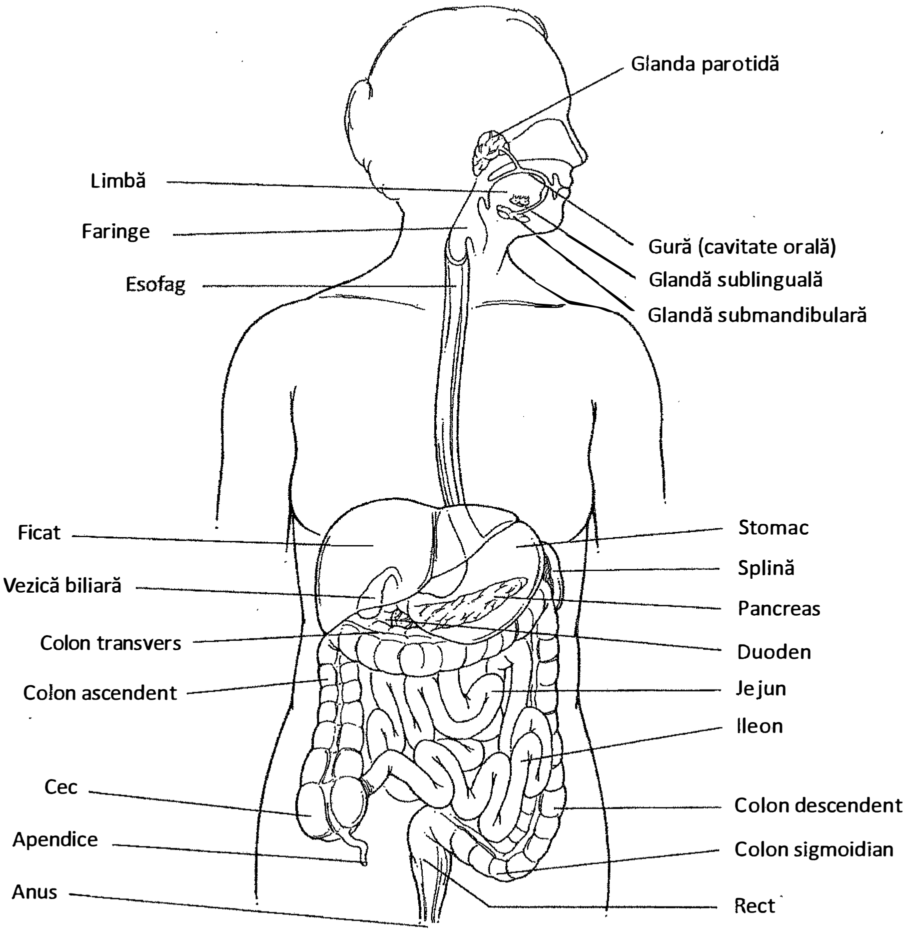


FIGURA 18.1 Organele şi structura sistemului digestiv în relaţie cu alte structuri ale corpului uman – vedere anterioară.

Tunica următoare a tractului gastrointestinal este **submucoasa**. Aceasta conţine vase de sânge, vase limfatice şi nervi. Tunica următoare este alcătuită din două straturi de **muşchi neted**. Stratul intern, format din **muşchi netezi dispuşi circular**, înconjoară trac-

tul gastrointestinal şi prin contracţie, micşorează diametrul acestuia. Stratul extern, de **muşchi netezi dispuşi longitudinal**, este dispus de-a lungul tractului gastrointestinal. Contracţia acestor muşchi scurtează lungimea tubului digestiv. Stomacul are un al treilea strat de muşchi netezi, cu dispoziţie oblică, care se află între submucoasă şi stratul circular. Tunica externă a tractului gastrointestinal este numită stratul seros sau **seroasa**. Acest strat este format din peritoneul visceral. Peritoneul visceral se continuă cu peritoneul parietal, care căptuşeşte cavitatea abdominală. Celulele peritoneului visceral (seroasa) secretă un lichid care umectează suprafaţa externă a organelor şi permite alunecarea liberă a acestora. Spaţiul dintre peritoneul visceral şi cel parietal se numeşte cavitate peritoneală.

TRACTUL GASTROINTESTINAL

Tractul gastrointestinal este componenta principală a sistemului digestiv. Acesta se extinde de la cavitatea orală la anus.

CAVITATEA ORALĂ

Cavitatea orală este segmentul tractului gastrointestinal care asigură ingestia şi digestia mecanică a alimentelor, reducându-le masa şi amestecându-le cu salivă (Tabelul 18.1). **Cavitatea orală** este înconjurată de buze, obraji, precum şi de palatul moale şi palatul dur. Funcţiile sale sunt ingestia alimentelor, digestia mecanică şi lubrifierea acestora.

Limba este conectată de planşeul oral printr-un pliu de ţesut numit **frâul limbii**. Limba este compusă dintr-un muşchi striat acoperit de o membrană mucoasă. Pe părţile laterale ale limbii, cuprinşi în papilele gustative, se găsesc **mugurii gustativi** (Capitolul 12). Funcţia limbii este de a transforma alimentele în boluri alimentare, cu ajutorul salivei. Digestia mecanică a alimentelor este produsă în mare parte de către dinţi (Figura 18.2). **Dinţii** sunt de două tipuri. Dinţii **deciduali/temporari**, în număr de 20, sunt cunoscuţi şi sub denumirea de „dinţii de lapte". Aceştia se pierd de obicei până la vârsta de şase ani şi sunt înlocuiţi de dinţii **permanenţi**, în număr de 32.

Există patru tipuri de dinţi: **incisivii**, folosiţi pentru tăierea alimentelor de dimensiuni mari, **caninii**, care au formă conică (de colţi) şi se folosesc la apucarea şi sfâşierea alimentelor, **premolarii** care sunt plaţi şi servesc la mărunţire/măcinare, **molarii**, care de asemenea sunt dinţi plaţi folosiţi pentru mărunţire.

Structura de bază a dintelui include **coroana**, acoperită de smalţ, **rădăcina**, acoperită de cement, şi **gâtul** (coletul) dintelui, care leagă coroana de rădăcina dintelui. Cele două componente principale ale dintelui sunt smalţul şi dentina. **Smalţul** este cea mai dură substanţă din organism şi se găseşte la suprafaţa exterioară a dintelui. Este alcătuit în principal din săruri de calciu, săruri care constituie componenta majoră a unei substanţe minerale numită hidroxiapatita. A doua componentă, **dentina**, este mai moale decât smalţul şi formează cea mai mare parte a dintelui. Aceasta este situată sub smalţ şi înconjoară pulpa dentară. **Pulpa** dentară conţine vasele de sânge, nervii şi ţesuturile conjunctive ale dintelui.

DE REŢINUT
Incisivii taie alimentele. Caninii sfâşie alimentele. Premolarii şi molarii mărunţesc alimentele.

TABELUL 18.1 ORGANELE DIGESTIVE ȘI FUNCȚIILE ACESTORA

Organ	Funcții principale
Cavitatea orală	Amestecă alimentele cu secrețile salivare; are funcție gustativă și de masticație
Glandele salivare	Lubrifiază alimentele; produc enzime care inițiază procesul de digestie
Faringele	Segment comun cu sistemul respirator, conduce spre esofag
Esofagul	Transportă alimentele în stomac
Stomacul	Secretă acid clorhidric și enzime digestive cu rol în descompunerea proteinelor
Intestinul subțire	Secretă enzime și alți factori necesari digestiei; rol în absorbția nutrienților
Ficatul	Secretă bila (necesară digestiei lipidelor); sintetizează proteinele din sânge; depozitează lipide și glucide
Vezica biliară	Depozitează bila și o eliberează în intestinul subțire
Pancreasul	Secretă enzime digestive și lichide alcaline (sisteme tampon), și le eliberează în intestinul subțire; secretă hormoni
Intestinul gros	Absoarbe apa din alimentele nedigerate; depozitează reziduuri
Anusul	Se deschide la exterior, elimină materiile fecale

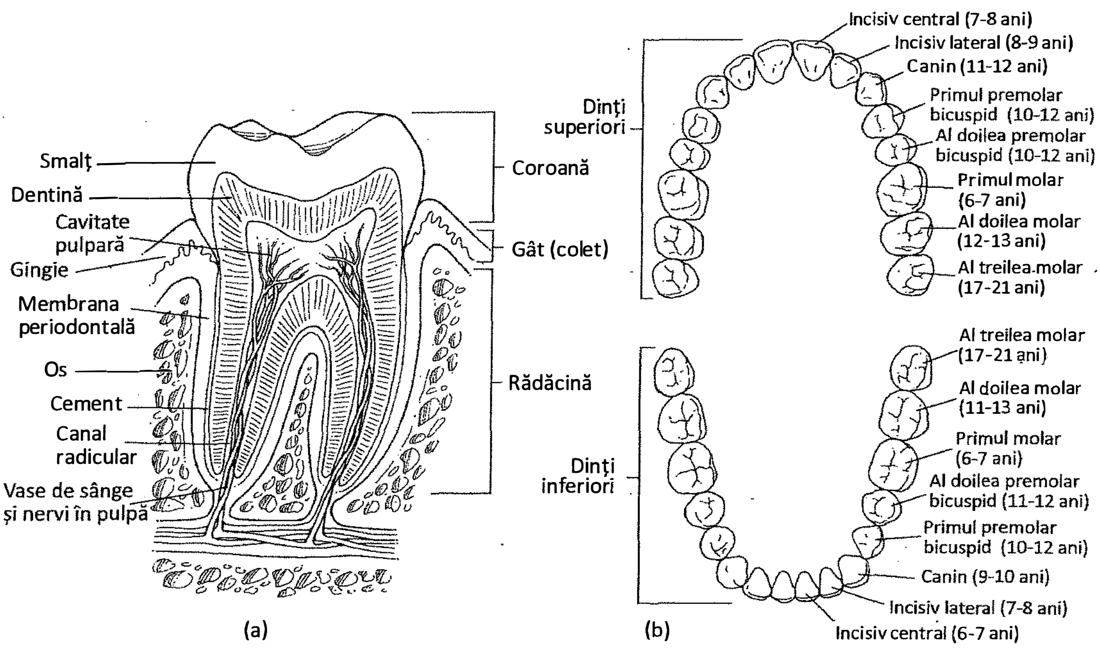


FIGURA 18.2 Dinții la om. (a) Structura unui dinte cu cele trei regiuni principale și structurile componente ale fiecărei regiuni. (b) Dinții permanenți ai adultului și perioada de erupție a fiecărui dinte în parte.

Există trei categorii de **glande salivare mari** care secretă salivă în cavitatea orală. Aceste glande sunt considerate organe anexe ale sistemului digestiv. Prima glandă sali-

vară este **glanda parotidă** (Figura 18.3). Această glandă pereche este situată în vecinătatea urechilor, în țesuturile profunde din regiunea feței. Reprezintă cea mai mare glandă salivară şi este drenată de către **ductul parotidian** pe partea internă a obrazului.

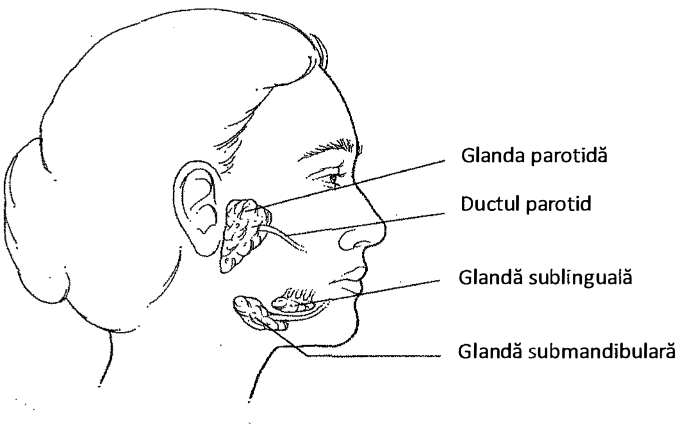


FIGURA 18.3 Poziția celor trei glande salivare şi a ductelor acestora. Glanda submandibulară este denumită de asemenea şi glanda submaxilară.

A doua glandă salivară este glanda **submandibulară** sau **submaxilară**, situată în planşeul oral, în apropierea suprafeţei interne a mandibulei. Este de asemenea o glandă pereche şi este drenată de către **ductul submandibular** în cavitatea orală, deasupra planşeului oral. A treia glandă salivară este **glanda sublinguală**. Similar cu celelalte două glande salivare, este o glandă pereche şi este situată tot în planşeul oral, sub limbă, în fața glandelor submandibulare. Secreţiile produse de glandele sublinguale sunt transportate în cavitatea orală, la nivelul planşeului oral printr-o serie de ducte, numite **ducte sublinguale** (Tabel 18.2).

TABELUL 18.2 CARACTERISTICILE GLANDELOR SALIVARE

Denumirea glandei	Localizare	Deschiderea ductului
Parotidă	Dedesubtul urechii	Pe partea internă a obrajilor, opus celui de-al doilea molar superior; ductul parotidian
Submandibulară (Submaxilară)	În planșeul oral, în apropierea suprafeței interne a mandibulei	Pe planșeul oral, lateral de frâul limbii; ductul submandibular
Sublinguală	Sub limbă, în fața glandelor submandibulare	Mai multe ducte sublinguale se deschid la nivelul planșeului oral, sub limbă

Secreția glandelor salivare, saliva, facilitează lubrifierea şi legarea particulelor alimentare, şi începe descompunerea moleculelor de glucide. Celulele seroase ale glandelor salivare produc o enzimă cunoscută sub numele de **amilază**. Amilaza digeră chimic moleculele de amidon şi glicogen în două unităţi monozaharidice denumite dizaharide. Dizaharidul produs prin descompunerea amidonului şi glicogenului se numeşte **maltoză**. Deoarece alimentele rămân în cavitatea orală pentru o perioadă scurtă de timp, numai

o cantitate mică de amidon este digerat aici; cea mai mare parte este digerată în intestinul subțire. Celulele mucoase ale glandelor salivare produc mucus. Mucusul este un lichid gros, vâscos, care leagă particulele alimentare și lubrifiază tractul gastrointestinal.

Palatul este structura care formează bolta cavității orale. Acesta este alcătuit dintr-o parte anterioară, dură (**palatul dur**) și o parte posterioară, moale (**palatul moale**). O prelungire în formă de con, numită **uvulă**, se extinde în jos de la palatul moale.

Amigdalele sunt aglomerări de țesut limfatic localizate în mucoasă. Acestea sunt: **amigdalele palatine, amigdalele faringiene** și **amigdala linguală**. Amigdalele fac parte din sistemul limfatic și sunt alcătuite din structuri limfatice (Capitolul 16). Ele au rol în apărarea organismului.

ESOFAGUL

Esofagul este o structură tubulară dreaptă, distensibilă, musculară care leagă faringele de stomac. Măsoară aproximativ 25 cm lungime și traversează diafragma către stomac. Esofagul este primul segment în care pot fi observate cele patru straturi ale peretelui tractului gastrointestinal. În treimea superioară a esofagului, tunica musculară este alcătuită din fibre musculare striate. În treimea inferioară, tunica musculară devine alcătuită exclusiv din fibre musculare netede.

Pentru ca alimentele să treacă din cavitatea orală în stomac, acestea trebuie înghițite. Procesul de înghițire este denumit **deglutiție** (Figura 18.4). Acesta este un proces care necesită activitățile coordonate ale limbii, palatului moale, faringelui și esofagului. Prima etapă se produce în cavitatea orală și este sub control voluntar. Alimentele sunt mestecate și îmbibate cu salivă, pentru a forma **bolul alimentar**, care este împins către faringe cu ajutorul limbii, moment în care începe etapa involuntară a deglutiției.

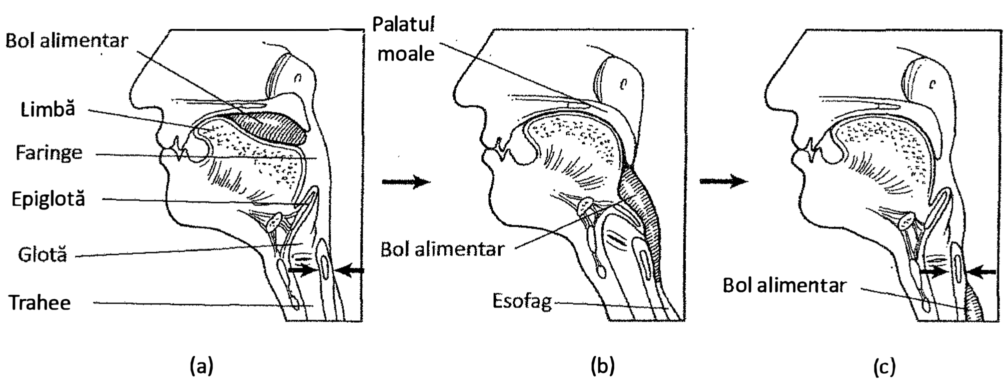


FIGURA 18.4 Deglutiția și peristaltismul. (a) În procesul de înghițire, limba se ridică și comprimă bolul alimentar de palatul dur, împingându-l înspre faringe. (b) Bolul alimentar trece de epiglotă, care acoperă laringele, și pătrunde în esofag. (c) Mușchii esofagului se contractă (săgeți), împingând bolul alimentar spre stomac.

În etapa involuntară a deglutiției, mușchii faringieni se contractă și împing bolul alimentar în esofag. Nervii sistemului nervos autonom controlează această etapă prin contracţii musculare, declanşând un proces denumit **peristaltism**. Peristaltismul constă în formarea unor unde de contracție ale stratului muscular neted al esofagului. În prima fază se contractă muşchii longitudinali, apoi cei circulari. Aceste contracţii musculare împing bolul alimentar până ce acesta ajunge la un muşchi circular, situat la extremitatea superioară a stomacului, numit **sfincterului esofagian inferior** sau **sfincterul cardial**.

DE REȚINUT
Peristaltismul reprezintă contracția mușchilor netezi necesară progresiei alimentelor de-a lungul tractului gastrointestinal, precum și mixării acestora cu conținutul tractului digestiv.

STOMACUL

Stomacul se întinde de la nivelul sfincterului esofagian inferior până la muşchiului circular situat la capătul său distal, denumit şi **sfincter piloric** (Figura 18.5). Stomacul este un organ de forma literei J, situat în porțiunea superioară stângă a abdomenului. Părţile sale principale sunt **cardia** (situată în apropierea cordului), **fundul (fornixul)**, **corpul stomacului** (sau partea principală) şi **antrul piloric** (o porțiune distală, îngustă). Pe suprafața internă stomacul prezintă pliuri numite **rugae**, care sunt evidente atunci când stomacul este gol şi micşorat. Când stomacul este destins, pliurile dispar.

Suprafața laterală convexă a stomacului este denumită **marea curbură**. Suprafața medială, concavă, se numeşte **mica curbură**. Un strat dublu de peritoneu, **micul epiplon**, se extinde de la ficat la mica curbură. O altă prelungire a peritoneului este **marele epiplon**, care se extinde mai jos de stomac, deasupra organelor abdominale. Stomacul este un organ cu rol de stocare a alimentelor şi locul în care se produce descompunerea chimică a anumitor molecule. Stomacul prezintă trei straturi musculare netede: alături de stratul circular şi longitudinal, există un al treilea strat, **oblic**. Straturile musculare mixează şi desfac bolul alimentar transformându-l într-un amestec cu consistența unei supe, numit **chim**. Mucoasa stomacului se invaginează şi formează cripte profunde, în care se varsă secrețiile glandelor gastrice. Glandele gastrice secretă sucul gastric, care conţine o multitudine de substanţe.

Celulele parietale secretă o componentă a sucului gastric, şi anume **acidul clorhidric**, care este necesar pentru activarea enzimelor proteolitice. Celulele parietale produc, de asemenea, **factor intrinsec**, necesar pentru absorbția vitaminei B_{12} în intestinul subțire. O altă componentă a sucului gastric este **mucusul**, un produs al celulelor mucoase. Mucusul protejează peretele stomacului de autodigestie. De asemenea, în sucul gastric se găsesc enzime proteolitice, secretate de **celulele principale** ale glandelor gastrice.

Cea mai importantă enzimă proteolitică din stomac este **pepsina** (Tabelul 18.3). Pepsina nu este secretată de celulele principale în forma sa activă. Este secretat mai întâi precursorul acesteia, **pepsinogenul**, care, în prezenţa acidului clorhidric este convertit în pepsină. Pepsina descompune proteinele mari în proteine mai mici denumite **peptide**. O altă enzimă proteolitică digestivă este **labfermentul**, produs în stomacul sugarilor, dar nu şi în cel al adulţilor; el facilitează digestia laptelui.

DE REȚINUT
Celulele parietale din stomac produc factor intrinsec și HCl, celulele mucoase produc mucus și celulele principale produc pepsinogen.

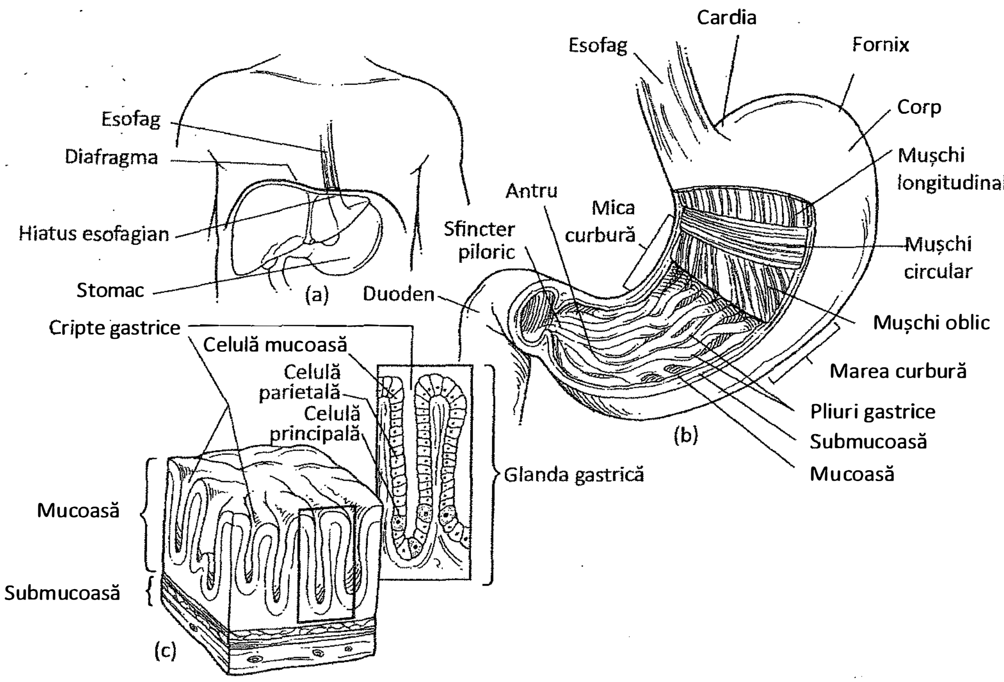


FIGURA 18.5 Detalii structurale ale stomacului la om. (a) Stomacul este situat în cavitatea abdominală superioară, în regiunea epigastrică. (b) Principalele regiuni anatomice și straturi musculare ale stomacului. Observați pliurile de pe suprafața internă (rugae), care se întind (dispar), atunci când stomacul este plin. (c) O imagine mărită a structurii peretelui gastric, unde se pot observa diferitele celule ale peretelui gastric.

TABEL 18.3 CARACTERISTICILE UNOR COMPONENTE ALE SUCULUI GASTRIC

Componenta	Sursa	Funcția
Pepsinogen	Celulele principale ale glandelor gastrice	Se transformă în pepsină
Pepsină	Formată din pepsinogen în prezența acidului clorhidric	Enzimă proteolitică digestivă, capabilă să descompună aproape toate tipurile de proteine în peptide
Acid clorhidric	Celulele parietale ale glandelor gastrice	Conferă mediul acid necesar pentru transformarea pepsinogenului în pepsină
Mucus	Glandele mucoase	Strat vâscos, alcalin, ce protejează peretele stomacului
Factor instrinsec	Celulele parietale ale glandelor gastrice	Necesar pentru absorbția vitaminei B_{12}

Secreția de suc gastric este controlată de către fibrele nervoase ale sistemul nervos parasimpatic. De asemenea, celulele din mucoasa stomacului secretă un hormon numit **gastrină**. Gastrina controlează secreția de pepsinogen, precum și cea de acid clorhidric și mucus. Celulele care produc gastrina sunt denumite celule enteroendocrine.

Mucoasa stomacului are și o redusă funcție de absorbție. Substanțele care se pot absorbi sunt: cantități mici de apă, glucoză, ioni și alcool. Restul alimentelor sunt pregătite

pentru procesele digestive ulterioare, prin transformarea lor în chim gastric. Contracțiile peristaltice evacuează chimul prin sfincterul piloric în intestinul subțire, unde are loc cea mai mare parte a digestiei.

DUODENUL

Intestinul subțire se întinde de la sfincterul piloric până la un mușchi circular denumit sfincterul ileocecal. Intestinul subțire prezintă trei porțiuni: **duodenul**, care măsoară aproximativ 25 cm lungime; **jejunul**, de aproximativ 2,5 m și **ileonul**, de aproximativ 3,5-4 m lungime.

Duodenul reprezintă prima porțiune a intestinului subțire în care este evacuat chimul gastric din stomac, prin sfincterul piloric. Enzimele pătrund în lumenul duodenului prin ductele glandelor din mucoasa duodenală; aceste glande apar ca niște adâncituri (cripte) în mucoasă și se numesc **glande intestinale** sau criptele Lieberkühn. În plus, și pancreasul își varsă enzimele în duoden, prin **ductul pancreatic**, care se varsă în duoden prin ampula hepatopancreatică. Bila produsă de ficat ajunge în duoden prin **căile biliare** (**ductul hepatic comun** și **ductul coledoc**) și apoi prin ampula hepatopancreatică. Submucoasa duodenului conține aglomerări de țesut limfoid cu dispoziție nodulară, similar **plăcilor Peyer** din ileon. De asemenea, submucoasa conține și un număr de glande mucoase denumite **glande duodenale (glandele lui Brunner)**. Mucusul alcalin produs de aceste glande contribuie la neutralizarea acidității chimului gastric.

În lumenul duodenului pătrund o mare varietate de enzime necesare descompunerii diverselor substanțe organice din alimente. De exemplu, sucul pancreatic conține **tripsina** și alte **proteaze**, care degradează proteinele și peptidele în dipeptide (Figura 18.6). De asemenea, în sucul pancreatic se găsește **amilaza pancreatică**, ce transformă amidonul într-un dizaharid numit maltoză. Lipidele (grăsimile), în prealabil emulsionate de sărurile biliare secretate de ficat, sunt descompuse de către **lipaza pancreatică**.

Celulele intestinului subțire produc și ele enzime digestive. **Peptidazele**, dipeptidazele și aminopeptidazele realizează digestia proteinelor, rezultând aminoacizi liberi. Celulele intestinului subțire produc, de asemenea dizaharidaze: **lactaza**, **zaharaza** și **maltaza**, care descompun lactoza, zaharoza și maltoza în monozaharidele lor componente. Ele secretă și nucleaze pentru descompunerea ARN-ului și ADN-ului din alimente.

Sucul pancreatic conține **ioni de bicarbonat**, care cresc pH-ul sucului intestinal și neutralizează aciditatea chimului gastric. Acest lucru este important, deoarece enzimele digestive, cu excepția pepsinei, funcționează numai într-un mediu cu pH neutru.

O altă componentă importantă a procesului de digestie este **bila**, care este produsă de ficat și este stocată în vezica biliară. Bila este transportată prin căile biliare în ampula hepatopancreatică, în care se deschide și ductul pancreatic, de unde ajunge în duoden. Bila nu conține enzime. Ea conține bicarbonat pentru neutralizarea acidității gastrice. Conține, de asemenea, și săruri biliare, care descompun globulele mari de lipide în globule mici, care pot fi apoi ușor digerate de lipaze (Tabel 18.4). Acest proces este denumit **emulsionare**. Bila crește absorbția lipidelor, precum și absorbția vitaminelor liposolubile, ca de exemplu A, D și K.

În procesul digestiei, bila emulsionează lipidele în picături mici cunoscute sub numele de **micelii**. Miceliile sunt formele sub care sunt transportați acizii grași și mono-

gliceridele. În timpul absorbției, miceliile vin în contact cu membranele celulelor care tapetează vilozitățile intestinale și își eliberează conținutul în celule. Produșii rezultați din digestia lipidelor trec mai apoi în chiliferul central (vas limfatic din centrul vilozității intestinale) sub formă de trigliceride, conținute în picături microscopice de lipide denumite **chilomicroni**.

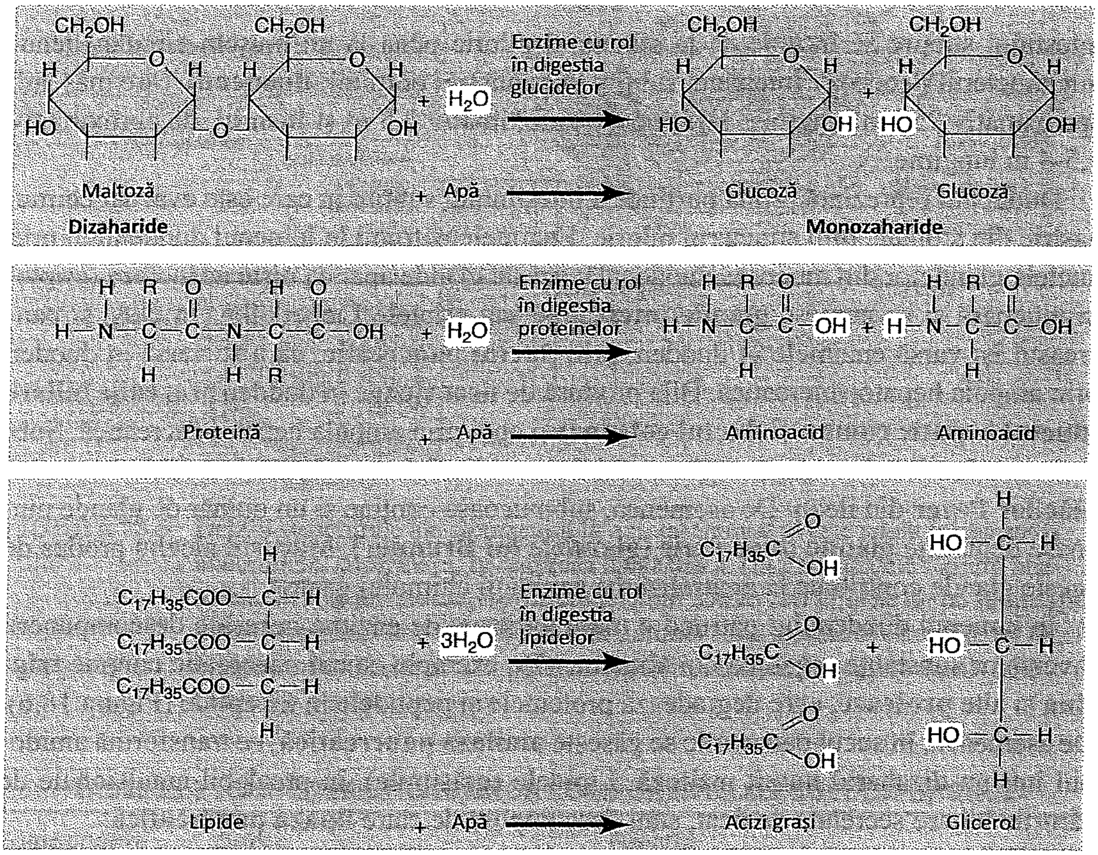


FIGURA 18.6 Digestia chimică a celor trei categorii de nutrienți (glucide, proteine, și lipide) în duoden. Pentru toate aceste tipuri de digestie este necesară prezența apei, iar produsul de digestie conține o parte a moleculei de apă.

Eliberarea sucului pancreatic este controlată nervos, prin ramurile unui nerv cranian, precum și hormonal, prin hormonii produși de celulele intestinului subțire. Doi dintre acești hormoni sunt **secretina** și **colecistochinina**. Acțiunea ambilor hormoni este esențială în procesul de digestie, ei controlând eliberarea produșilor din pancreas, ficat și vezica biliară. De exemplu, eliberarea bilei în duoden este controlată de colecistochinină.

JEJUNUL ȘI ILEONUL

Digestia continuă în jejun și ileon, aceste segmente ale intestinului subțire reprezentând, de asemenea, sediul principal al procesului de absorbție. Suprafața acestora este crescută de mii de vilozități și microvilozități. **Vilozitățile** sunt prelungiri ale mucoasei, având formă de deget, în timp ce **microvilozitățile** sunt prelungiri de dimensiuni electronomicroscopice ale membranei celulelor din mucoasă. În interiorul vilozității se găsesc o

serie de **capilare**, precum şi un vas limfatic central, denumit **chiliferul central**. Capilarele primesc produşii de degradare ai proteinelor, glucidelor şi acizilor nucleici, rezultaţi în urma digestiei. Vasele limfatice primesc produşii rezultaţi în urma digestiei lipidelor (Figura 18.7).

TABELUL 18.4. ENZIMELE DIGESTIVE ŞI LOCUL SECREŢIEI ACESTORA

Sursă	Fluid	Enzimă	Substrat	Produs	Loc de acţiune
Glande salivare	Salivă	Amilaza salivară	Amidon	Maltoza	Cavitatea orală
Stomac	Suc gastric	Pepsina	Proteine	Peptide	Stomac
		Labfermentul	Proteine din lapte	Proteină coagulantă	Stomac
		Acid clorhidric (nu este o enzimă)	Mai multe alimente	Unităţi mai mici	Stomac
Pancreas	Suc pancreatic	Amilaza pancreatică	Amidon	Maltoza	Intestin subţire
		Lipaza	Lipide	Acizi graşi, glicerol	Intestin subţire
		Tripsina	Proteine	Peptide	Intestin subţire
		Chimotripsina	Proteine	Peptide	Intestin subţire
		Carboxipeptidaza	Proteine	Peptide	Intestin subţire
Intestin subţire	Suc intestinal	Maltaza	Maltoza	Glucoza	Intestin subţire
		Lactaza	Lactoza	Glucoza, galactoza	Intestin subţire
		Zaharaza	Zaharoza	Glucoza, fructoza	Intestin subţire
		Aminopeptidaza	Peptide	Aminoacizi	Intestin subţire
		Dipeptidaza	Dipeptide	Aminoacizi	Intestin subţire
		Nucleaza	ADN şi ARN	Nucleotide	Intestin subţire
Ficat	Bila	Săruri biliare (nu sunt enzime)	Picături mari de grăsime	Grăsimi emulsionate	Intestin subţire

Pasajul elementelor nutritive prin membrana celulelor epiteliale în lichidul interstiţial şi apoi în capilare este realizat în mare măsură prin mecanisme de transport activ, cu ajutorul moleculelor transportoare şi al ATP-ului. De asemenea, absorbţia se poate produce şi prin difuziune, difuziune facilitată şi pinocitoză. Pentru lipide, difuziunea reprezintă principalul mecanism de absorbţie.

Monozaharidele, aminoacizii şi acizii graşi cu lanţ scurt de carbon sunt absorbiţi în capilarele sanguine ale vilozităţilor intestinale. Acizii graşi cu lanţ lung sunt resintetizaţi pentru a forma trigliceride, acestea difuzând apoi în chiliferul central, după cum s-a menţionat anterior.

Apa, electroliţii, precum ionii de sodiu, şi vitaminele sunt absorbite tot în capilarele sanguine.

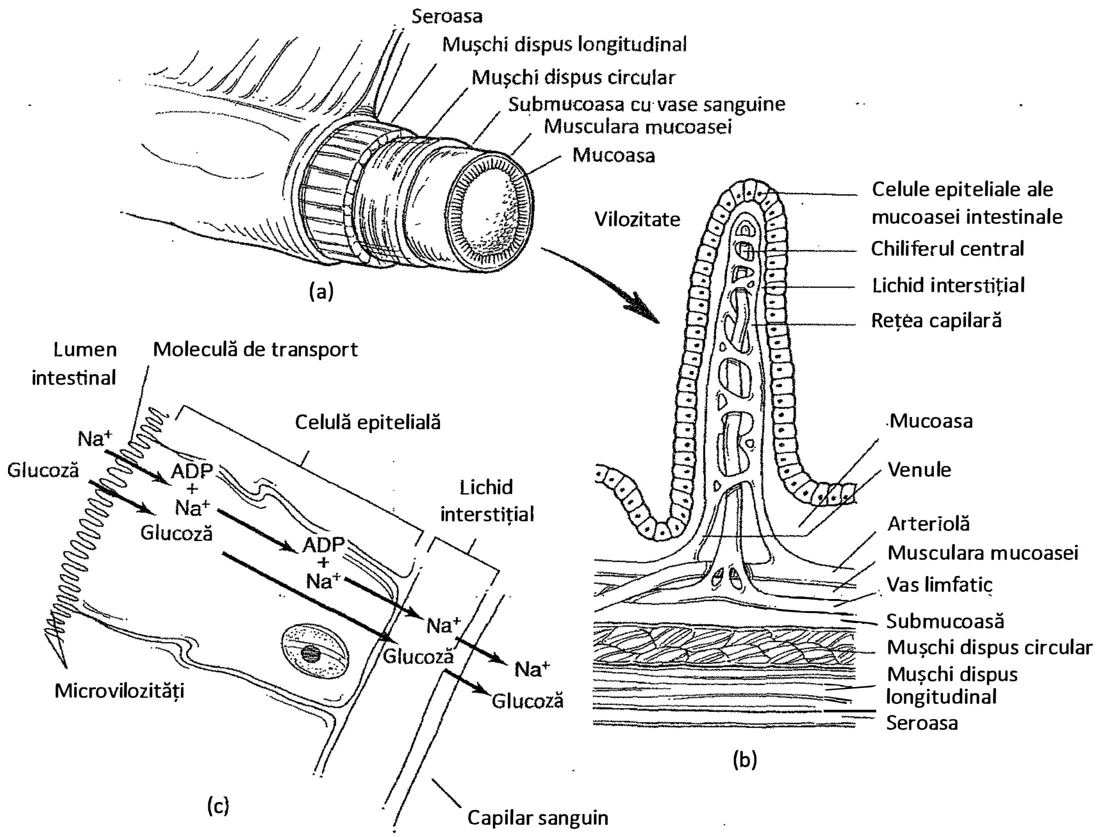


FIGURA 18.7 Structura intestinului subțire și procesul de absorbție. (a) Straturile musculare ale peretelui intestinal. (b) Structura unei vilozități. Rețeaua capilară primește produșii de degradare ai proteinelor, glucidelor și produșii rezultați prin digestia acizilor nucleici, în timp ce chiliferul central primește produșii de descompunere ai lipidelor. (c) Absorbția ionilor de sodiu și a moleculelor de glucoză din lumenul intestinal, prin celulele epiteliale și lichidul interstițial, în capilare.

INTESTINUL GROS

Intestinul gros este format din cec, colon ascendent, colon transvers, colon descendent, colon sigmoid, rect, canal anal şi anus. Intestinul gros poartă această denumire, deoarece diametrul său este considerabil mai mare decât diametrul intestinului subțire. Intestinul gros prezintă numeroase dilatații cu aspect de mici buzunare, numite **haustrații**, şi măsoară aproximativ 1,5 m lungime, având un diametru mediu de 6 cm. Cea mai mare parte a intestinului gros este cunoscută şi sub denumirea de **colon**.

Cecul este prima porțiune a intestinului gros, cu o lungime de aproximativ şase sau şapte centimetri, situat în zona în care intestinul subtire se continuă cu intestinul gros, în cadranul inferior drept al abdomenului. **Apendicele vermiform** este o scurtă extensie cu aspect vermicular ce ia naştere din cec. El este un organ vestigial care se poate inflama, necesitând în această situație îndepărtarea sa chirurgicală.

Alimentele nedigerate pătrund din ileon în colonul ascendent prin **valva ileocecală**. **Colonul ascendent** se află în poziție verticală, pe partea dreaptă a abdomenului, extinzându-se în sus, spre marginea inferioară a ficatului (Figura 18.8). **Colonul transvers** străbate în sens orizontal abdomenul, în apropierea stomacului şi a splinei. Colonul transvers se continuă cu **colonul descendent** la nivelul flexurii splenice, de la nivelul căruia colonul este poziționat din nou vertical, dar descendent, pe partea stângă a abdomenului. Acesta se continuă cu **colonul sigmoid**, o structură în formă de S, care coboară şi se continuă cu rectul. Ultimii 18-20 centimetri ai tractului gastrointestinal sunt reprezentați de **rect**. Rectul se continuă cu canalul anal şi apoi cu orificiul extern al canalului anal, numit **anus**, aceste structuri reprezentând ultimele segmente ale intestinului gros.

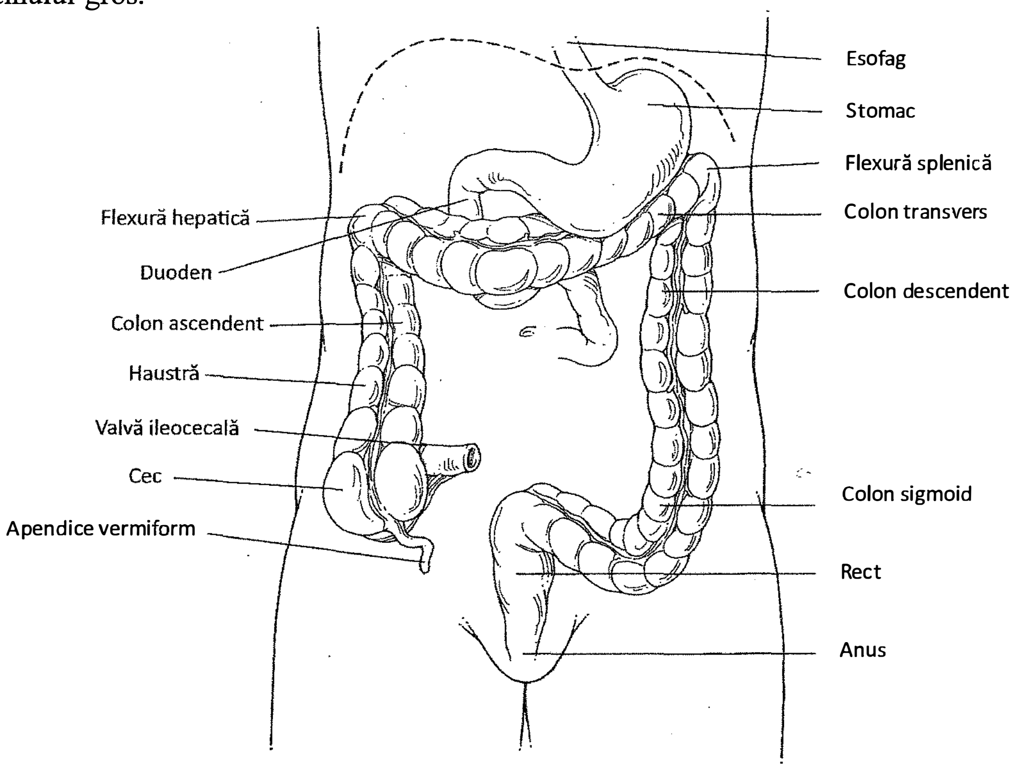


FIGURA 18.8 Intestinul gros în poziție anatomică în cavitatea abdominală şi relația sa cu stomacul, imagine ventrală. Intestinul subțire, de la duoden până la cec, a fost îndepărtat din figură. Ficatul şi pancreasul au fost, de asemenea, îndepărtate. Linia punctată reprezintă poziția diafragmei.

Funcțiile intestinului gros includ absorbția apei şi a ionilor, precum şi formarea materiilor fecale. La acest nivel, se absorb aproximativ 300-400 ml de apă, zilnic. Când absorbția este deficitară, se pierd cantități mari de apă prin materiile fecale, ducând la **diaree**. Principalul ion absorbit în intestinal gros este ionul de sodiu. La nivelul intestinului gros nu au loc procese de digestie chimică.

O altă funcție importantă a intestinului gros este absorbția **vitaminelor**. Desfăşurarea proceselor metabolice necesită cantități mici de vitamine (Capitolul 19). Unele vitamine

sunt produse de bacteriile care se găsesc în mod normal în intestin. De asemenea, intestinul gros înmagazinează și compactează materialele nedigerate, formând **materiile fecale**. Eliminarea materiilor fecale se numește **defecație**. Tehnic vorbind, defecația nu este o funcție de excreție, ci, mai degrabă eliberarea materialelor care nu sunt digerate de organism sub formă de fecale. Materiile fecale sunt alcătuite din apă, săruri anorganice, bacterii, celule epiteliale desprinse din tractul gastrointestinal și alimente nedigerate. Defecația este un act reflex, facilitat de contracțiile voluntare ale unor variate grupe musculare.

ORGANELE ANEXE

Organele anexe sunt implicate în procesele de digestie. Două dintre acestea sunt ficatul și pancreasul.

FICATUL

Ficatul este cea mai mare glandă din organism și unul dintre cele mai importante organe anexe ale tractului gastrointestinal. Ficatul se află sub diafragmă și este divizat în patru lobi cunoscuți sub denumirea de **lobul drept, lobul stâng, lobul caudat** și **lobul pătrat** (Figura 18.9). Lobii ficatului sunt subîmpărțiți în **lobuli**, care conțin celule hepatice (**hepatocite**) și **macrofage** (celule Kupffer).

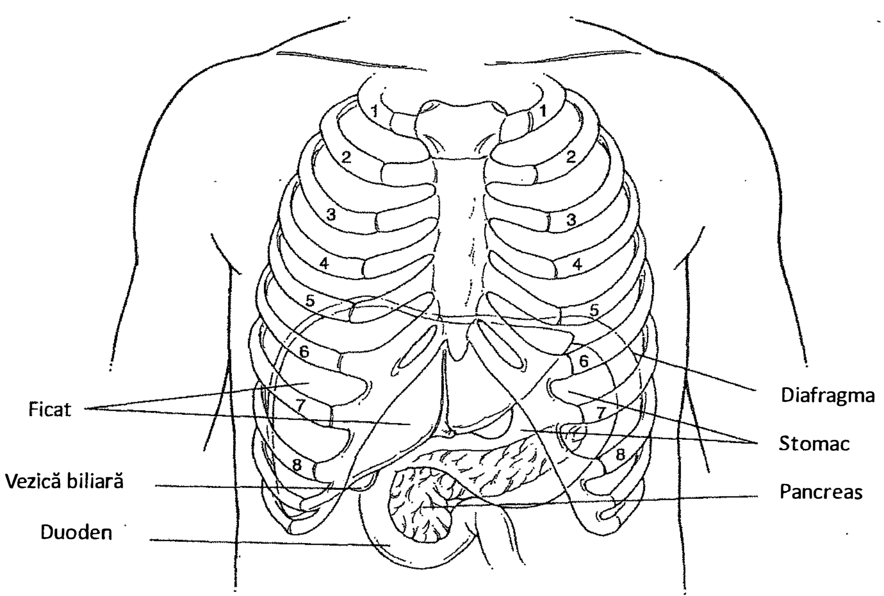


FIGURA 18.9 Anatomia și poziția ficatului și a pancreasului în cavitatea abdominală, văzute dintr-o poziție ventrală. Observați conturul stomacului, care a fost îndepărtat. Porțiunea superioară a ficatului este lipită de diafragmă, ficatul fiind protejat de mai multe coaste. Vezica biliară se află în partea inferioară a ficatului, fiind dificil de vizualizat în această poziție.

Ficatul primește elementele nutritive absorbite la nivelul tractului digestiv prin **sistemul port hepatic**, o subdiviziune a sistemului circulator. Acest sistem este format din

venulele şi venele care drenează sângele din diferite regiuni ale sistemului digestiv şi fuzionează pentru a forma o singură venă, vena portă. **Vena portă** transportă sângele din reţelele capilare ale sistemului digestiv la ficat, unde se ramifică pentru a forma o a doua reţea capilară. De asemenea, sistemul circulator furnizează ficatului oxigen şi substanţe nutritive, prin artera hepatică. Sângele venos părăseşte ficatul şi reintră în circulaţie prin vena hepatică, care se varsă în vena cavă inferioară. Ficatul este situat sub diafragmă şi ocupă cea mai mare parte a hipocondrului drept al cavităţii abdominale. Secreţia acestuia, denumită bilă, se varsă în **ductele hepatice**, care apoi o conduc în vezica biliară.

Ficatul are multe funcţii importante legate de digestie. Una dintre cele mai importante funcţii este producerea **bilei**, un lichid galben-maroniu sau verde-oliv, cu un pH cuprins între 7,6 şi 8,6. În compoziţia bilei intră apă şi săruri biliare, colesterol, un fosfolipid numit lecitină, pigmenţi biliari şi o serie de ioni. Principalul pigment biliar este **bilirubina**, o substanţă derivată din fracţiunea hem a hemoglobinei din globulele roşii distruse (Capitolul 14).

Bilirubina este apoi digerată de către bacteriile intestinale, iar unul din compuşii acesteia este urobilinogenul, ce contribuie la colorarea materiilor fecale. O parte din urobilinogen se resoarbe şi este eliminat prin urină (Capitolul 20).

Bila produsă de ficat este depozitată în **vezica biliară**, o structură în formă de pară. Vezica biliară este localizată pe suprafaţa viscerală a ficatului, fiind drenată şi umplută prin **ductul cistic** (Figura 18.10). Ductul cistic transportă bila în duoden prin ductul biliar. Acesta este format prin unirea ductului cistic al vezicii biliare cu ductul hepatic comun. Vezica biliară stochează şi concentrează bila până în momentul în care aceasta este necesară în procesul de digestie.

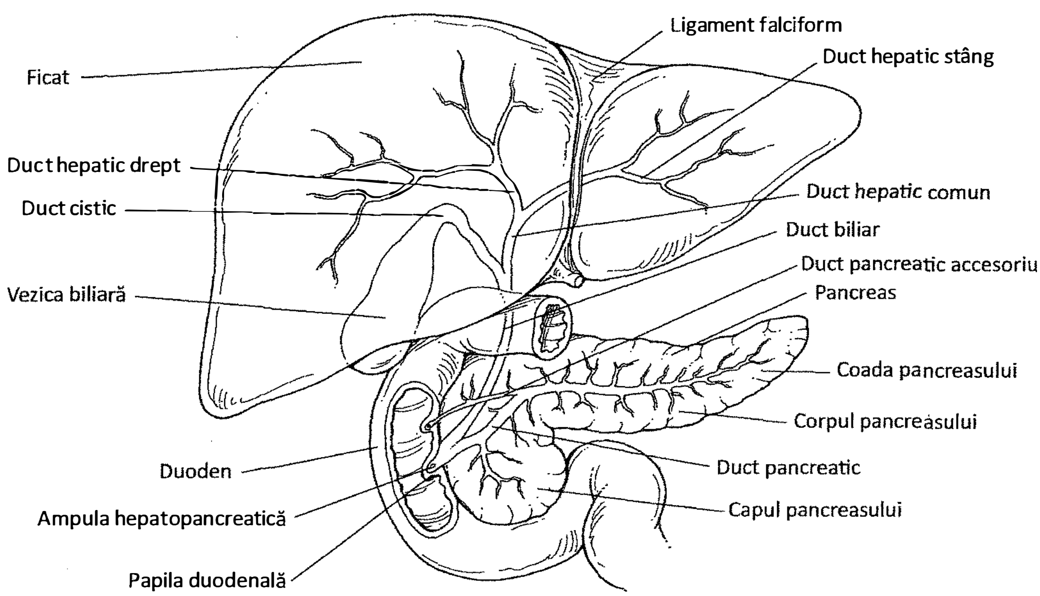


FIGURA 18.10 Structura ficatului, a pancreasului şi a sistemului de ducte ale acestora, observate din poziţie ventrală. Diferitele ducte din vezica biliară, ficat şi pancreas se unesc la nivelul ampulei hepatopancreatice, la nivelul papilei duodenale.

O altă funcție a ficatului este aceea de a controla metabolismul glucidic. Când nivelul de glucoză în sânge este ridicat, enzimele hepatice transformă glucoza în glicogen. Acest proces este numit **glicogenogeneză**. În cazul scăderii nivelului de glucoză din sânge, enzimele din celulele hepatice transformă glicogenul în glucoză. Acest proces este numit **glicogenoliză**. Enzimele hepatice sunt, de asemenea, capabile să convertească anumiți aminoacizi în molecule de glucide, ca sursă energetică, atunci când nivelul de glucide din sânge este scăzut; acest proces este cunoscut sub numele de **gluconeogeneză** (Capitolul 19).

În ceea ce privește metabolismul lipidelor, ficatul este capabil să descompună acizii grași în molecule mai mici, cum ar fi **acetil coenzima A**. Moleculele de acetil coenzima A pot fi prelucrate ulterior în procesul de metabolism (Capitolul 19), pentru a elibera energia din legăturile chimice ale moleculelor.

În metabolismul proteinelor, enzimele hepatice sunt implicate într-un proces numit **dezaminare**. Dezaminarea implică îndepărtarea grupărilor amino din aminoacizi. Moleculele rezultate pot fi utilizate ulterior în metabolismul energetic, sau transformate în glucide sau lipide. Grupările amino care rezultă din aminoacizi sunt folosite pentru a sintetiza o substanță reziduală numită **uree**. Ureea este, în cele din urmă, eliminată din sânge la nivelul rinichiului și reprezintă principala substanță dizolvată în urină (Capitolul 20).

În ficat mai au loc și alte etape ale metabolismului proteic. De exemplu, celulele ficatului sintetizează cele mai multe **proteine plasmatice**, cum ar fi albumina, globulina, precum și protrombina și fibrinogenul, utilizate în coagularea sângelui.

Celulele hepatice îndepărtează medicamente și hormoni din sânge. De exemplu, celulele hepatice pot elimina drogurile și toxinele din sânge, excretându-le în bilă. Enzimele hepatice pot, de asemenea, altera structura chimică a anumitor hormoni steroizi, cum ar fi estrogenii și aldosteronul.

Depozitarea vitaminelor reprezintă o altă funcție a ficatului. Ficatul stochează vitamine, cum ar fi A, B_{12}, D, E și K, precum și minerale, cum ar fi fierul și cuprul. În celulele hepatice, o proteină numită **apoferitină** se combină cu ionii de fier pentru a forma **feritina**, formă sub care fierul este depozitat în ficat. Celulele Kupffer ale ficatului sunt implicate în procesul de fagocitoză, distrugând globulele roșii și albe îmbătrânite. În final, ficatul participă la activarea vitaminei D, formă sub care ea poate fi utilizată în organism.

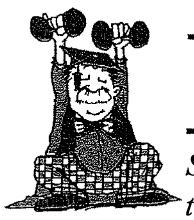
PANCREASUL

Un alt organ anex al sistemului digestiv este pancreasul. Pancreasul are un rol important în sistemul endocrin (Capitolul 13), precum și în sistemul digestiv. Este o glandă alungită, de aproximativ 13 cm lungime și 2,5 cm grosime.

Pancreasul este localizat posterior față de marea curbură a stomacului și comunică cu duodenul prin intermediul a două ducte. Ductul mai mare este numit **duct pancreatic**, sau ductul Wirsung, iar cel de-al doilea este numit **ductul accesoriu** sau ductul Santorini. Ductul pancreatic se unește cu ductul biliar de la ficat și vezica biliară și intră în duoden la nivelul unei zone comune, denumite **ampula hepatopancreatică**. Ductul accesoriu intră în duoden cu aproximativ 2,5 cm deasupra ampulei hepatopancreatice.

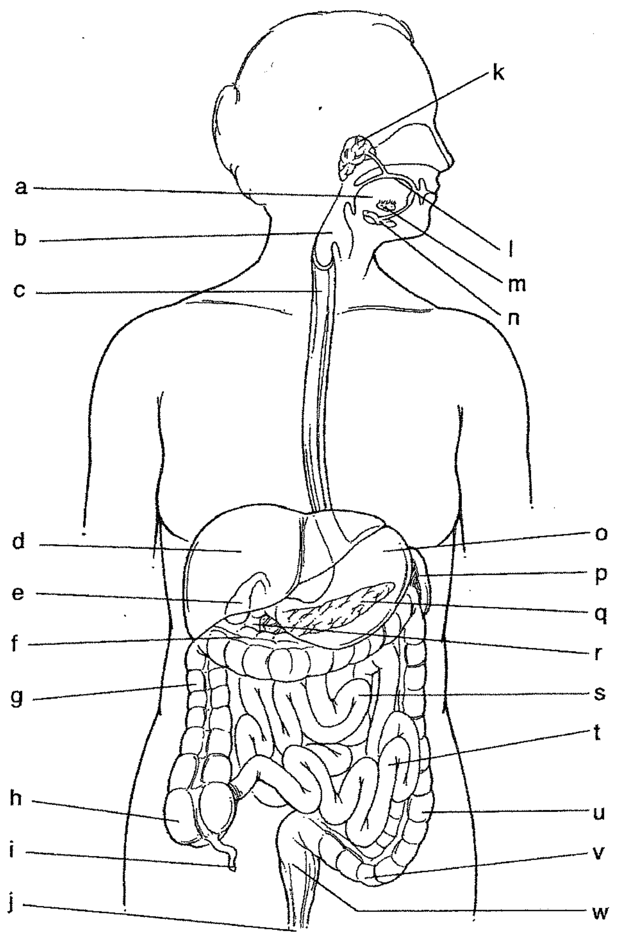
Celulele pancreasului cu rol în digestie se organizează sub formă de **acini**. Ele reprezintă aproximativ 99% din masa pancreasului, constituind porțiunea sa exocrină, care secretă **sucul pancreatic**. Sucul pancreatic este un lichid limpede, incolor, ce conține apă, săruri, ioni de bicarbonat şi enzime. Ionii de bicarbonat dau sucului pancreatic un pH uşor alcalin, care neutralizează aciditatea chimului gastric.

O serie de enzime din sucul pancreatic au rol în digestie. De exemplu, amilaza pancreatică digeră glucidele, proteazele (tripsina şi chemotripsina) şi carboxipeptidaza digeră proteinele, lipaza digeră lipidele. Secreţiile pancreasului sunt controlate de către hormonii secretină şi colecistochinină.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

***SECŢIUNEA A** – Identificați corect literele corespunzătoare organelor și structurilor sistemului digestiv.*



___ 1. anus
___ 2. apendice
___ 3. colon ascendant
___ 4. cec
___ 5. colon descendent
___ 6. duoden
___ 7. esofag
___ 8. vezica biliară
___ 9. ileon
___ 10. jejun
___ 11. ficat
___ 12. cavitatea orală
___ 13. pancreas
___ 14. glanda parotidă
___ 15. faringe
___ 16. rect
___ 17. colon sigmoid
___ 18. splină
___ 19. stomac
___ 20. glanda sublinguală
___ 21. glanda submandibulară
___ 22. limbă
___ 23. colon transvers

FIGURA 18.11

Identificați corect literele corespunzătoare organelor și sistemului de ducte ale ficatului și pancreasului, în relație cu duodenul.

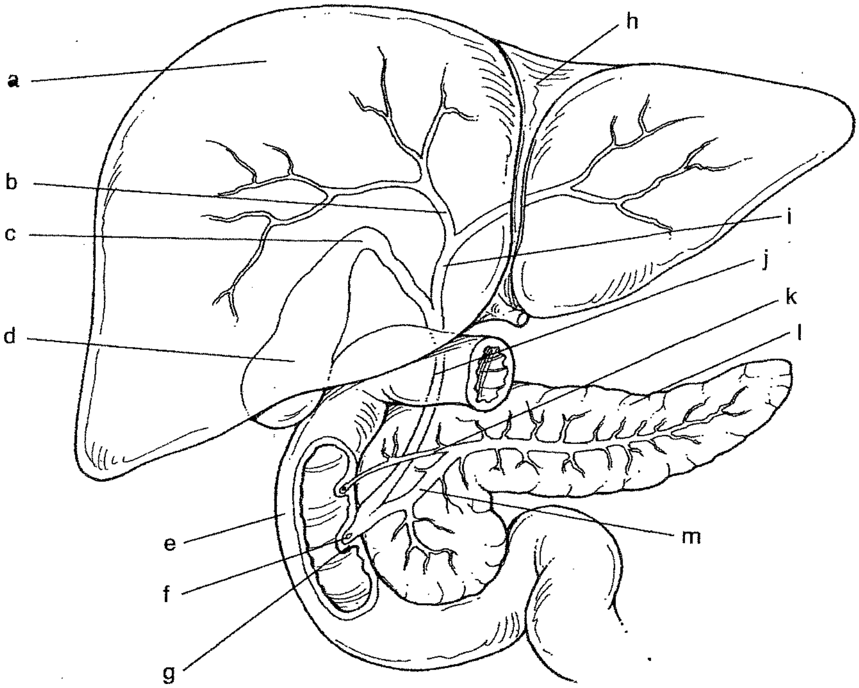


FIGURA 18.12

__ 1. ductul pancreatic accesoriu
__ 2. ductul biliar comun
__ 3. ductul hepatic comun
__ 4. ductul cistic
__ 5. papila duodenală
__ 6. duoden
__ 7. ligament falciform
__ 8. vezică biliară
__ 9. ampula hepatopancreatică
__ 10. ficat
__ 11. pancreas
__ 12. ductul pancreatic
__ 13. ductul hepatic drept

***SECȚIUNEA B – Completare**: Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Cele două funcții principale ale sistemului digestiv sunt digestia și
   __________________.
2. Sistemul digestiv este alcătuit din tractul gastrointestinal, care este o structură tubulară musculară a cărei lungime este de aproximativ __________________.
3. Stratul intern al tractului gastrointestinal este o tunică cunoscută sub denumirea de
   __________________.
4. Submucoasa tractului gastrointestinal conține vase limfatice, vase de sânge și
   __________________.

5. Tipul predominant de muşchi din tractul gastrointestinal este __________________.
6. Stratul extern al tractului gastrointestinal este denumit __________________.
7. Porţiunea iniţială a tractului digestiv constă dintr-o cavitate cunoscută sub numele de __________________.
8. Conexiunile limbii cu planşeul oral sunt realizate de un ţesut cunoscut sub numele de __________________.
9. Pe fiecare parte a limbii, incluşi în papilele gustative, există o serie de __________________.
10. Una dintre cele mai importante funcţii ale limbii este mixarea alimentelor cu saliva, pentru formarea unei mase numite __________________.
11. Dinţii „de lapte" sunt denumiţi mai corect __________________.
12. Într-un set permanent de dinţi, numărul complet este de __________________.
13. Dinţii specializaţi pentru prinderea şi sfâşierea alimentelor sunt denumiţi __________________.
14. Fragmentele alimentare mari sunt tăiate cu ajutorul dinţilor numiţi __________________.
15. Cele trei regiuni importante ale unui dinte sunt coroana, coletul şi __________________.
16. Substanţa cu consistenţa cea mai dură din organism se află pe suprafaţa exterioară a dintelui şi este cunoscută sub numele de __________________.
17. Cea mai mare parte a dintelui este formată din __________________.
18. Vasele de sânge, nervii şi ţesuturile conjunctive ale dintelui sunt localizate în interiorul __________________.
19. La nivelul obrajilor, inferior faţă de ureche, se situează cea mai mare glandă salivară, cunoscută sub denumirea de __________________.
20. Glanda salivară drenată de către ductul submandibular este __________________.
21. Glanda salivară situată sub limbă, la nivelul planşeului oral, se numeşte __________________.
22. Enzima din salivă care facilitează descompunerea glucidelor este cunoscută sub numele de __________________.
23. Ţesuturile limfatice situate în mucoasa faringiană sunt numite __________________.
24. Rezultatul digestiei amidonului este un dizaharid numit __________________.

25. Alimentele trec din faringe în stomac printr-o strctură tubulară numită __________________.

26. Procesul de înghițire este mai corect cunoscut sub numele de __________________.

27. Seria de contracții ondulatorii care transportă alimentele în stomac se numește __________________.

28. Mușchiul neted circular situat în porțiunea inițială a stomacului este sfincterul esofagian inferior sau cardial, în timp ce mușchiul neted circular de la capătul distal al stomacului este __________________.

29. Regiunea îngustă a porțiunii distale a stomacului se numește __________________.

30. Celulele glandelor digestive care produc enzime se numesc __________________.

31. Cel mai important acid necesar pentru digestie este __________________.

32. Enzimele din stomac nu digeră peretele gastric, deoarece acesta este protejat de __________________.

33. Principala enzimă proteolitică din stomac este __________________.

34. Digestia proteinelor în stomac produce __________________.

35. Hormonul care controlează activitatea glandelor gastrice este __________________.

36. În stomac, alimentele sunt transformate într-un amestec de consitența unei supe, cunoscut sub denumirea de __________________.

37. O glandă de dimensiuni mari, numită __________________, evacuează în duoden o varietate de enzime digestive.

38. Tripsina descompune substanțe organice numite __________________.

39. Acizii nucleici sunt convertiți în nucleotidele lor componente de către enzime cunoscute sub denumirea de __________________.

40. În duoden, aciditatea conținutului intestinului subțire este neutralizată de __________________.

41. Înainte ca lipidele să fie transformate chimic în acizi grași, acestea trebuie să fie fragmentate în particule mici de către __________________.

42. Enzima pancreatică responsabilă de digestia lipidelor este cunoscută sub numele de __________________.

43. A doua regiune a intestinului subțire, unde are loc cea mai mare parte a proceselor de absorbție, este __________________.

44. Produșii rezultați în urma digestiei lipidelor sunt absorbiți în vase limfatice numite ___________________.

45. Mecanismul de transport al substanțelor din intestinul subțire în sânge, ce necesită ATP, este cunoscut sub numele de _________________.

46. Structura ce ia naștere din cec, cu aspect vermicular, situată la joncțiunea dintre intestinul subțire și gros este numită __________________.

47. Ultimii centimetri ai intestinului gros, care se termină la anus, sunt reprezentați de ___________________.

48. O funcție importantă a intestinului gros este de a absorbi ionii și ___________________.

49. Cea mai mare glandă din organism, care secretă bila, este __________________.

50. Pentru a fi utilizată în procesele digestive, bila este stocată la nivelul unei structuri numite __________________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Următoarele sunt funcții ale cavității orale, *cu excepția*
   A. digestiei mecanice a alimentelor
   B. digestiei chimice a proteinelor
   C. lubrifierii alimentelor
   D. digestiei anumitor glucide

2. Un pliu tisular numit frâul limbii conectează
   A. pancreasul de stomac
   B. intestinul subțire de cel gros
   C. vezica biliară de ficat
   D. limba de planșeul oral

3. Cele două tipuri de dinți sunt
   A. dinții temporari și dinții permanenți
   B. dinții gastroizi și pilorici
   C. dinții parotizi și ai colonului
   D. dinții din față și din spate

4. Enzimele secretate de glandele salivare
   A. emulsionează grăsimile
   B. facilitează digestia glucidelor
   C. sunt stimulate de hormonii gastrici
   D. își golesc conținutul în palatul cavității orale

5. Trecerea bolului alimentar prin esofag este facilitată de
   A. enzime şi acizi
   B. sfincterul esofagian inferior
   C. peristaltism şi gravitaţie
   D. sfincterul piloric

6. Următoarele sunt regiuni ale stomacului, *cu excepţia*
   A. fornixului
   B. cardiei
   C. pilorului
   D. hilului

7. Micul şi marele epiplon sunt
   A. zone de intrare şi ieşire ale stomacului
   B. curburi ale stomacului
   C. extensii ale peritoneului ataşate de stomac
   D. glande care îşi varsă conţinutul în stomac

8. Pepsinogenul este convertit în pepsină
   A. în duoden
   B. în prezenţa acidului clorhidric
   C. în pancreas
   D. numai în prezenţa unei concentraţii crescute de săruri

9. Hormonul care controlează activitatea glandelor gastrice este cunoscut sub numele de
   A. progesteron
   B. androgen
   C. gastrină
   D. TSH

10. Pentru a neutraliza aciditatea chimului gastric, ionii de bicarbonat ajung în duoden prin intermediul
    A. sucului pancreatic
    B. hormonilor eliberaţi în mucoasa tractului gastrointestinal
    C. bilei, secretate de ficat
    D. sucului pancreatic şi bilei

11. Următoarele regiuni aparţin intestinului subţire, *cu excepţia*
    A. jejunului
    B. ileonului
    C. duodenului
    D. pilorului

12. Bila, secretată de ficat, este utilizată pentru
    A. descompunerea proteinelor
    B. absorbţia apei
    C. emulsionarea lipidelor
    D. formarea materiilor fecale

13. Nucleazele descompun acizii nucleici
    A. numai în mediu acid
    B. în nucleotide
    C. în stomac
    D. în intestinul gros

14. Cea mai mare parte a procesului de absorbție are loc
    A. în esofag
    B. în jejun
    C. în mucoasa stomacului
    D. de-a lungul tractului gastrointestinal

15. Produșii rezultați în urma digestiei lipidelor sunt absorbiți în vasele
    A. sistemului arterial
    B. sistemului limfatic
    C. sistemului port hepatic
    D. sistemului venos

16. Cele două modalități principale de absorbție a produșilor rezultați în urma digestiei sunt
    A. fagocitoza și pinocitoza
    B. osmoza și fagocitoza
    C. osmoza și pinocitoza
    D. transportul activ și difuziunea

17. Intestinul gros este numit astfel deoarece depășește intestinul subțire în
    A. diametru
    B. lungime
    C. număr de enzime produse
    D. cantitatea de țesut muscular prezent

18. La locul de joncțiune a intestinului subțire cu intestinul gros, există o regiune a colonului cunoscută sub denumirea de
    A. rect
    B. colon sigmoid
    C. cec
    D. fund gastric

19. O funcție importantă a intestinului gros este de a
    A. descompune proteine
    B. descompune glucide
    C. absorbi vitamine
    D. absorbi nucleotide

20. Următoarele componente sunt frecvent întâlnite în materiile fecale, *cu excepția*
    A. moleculelor de ATP
    B. bacteriilor
    C. sărurilor anorganice
    D. celulelor epiteliale

21. Ficatul primeşte substanţe absorbite la nivelul tractului gastrointestinal, printr-o subdiviziune a sistemului circulator numită
    A. sistem venos
    B. sistem limfatic
    C. sistem renal
    D. sistem port hepatic

22. Următoarele componente aparţin bilei, *cu excepţia*
    A. colesterolului
    B. pigmenţilor
    C. diverşilor ioni
    D. proteinelor

23. Procesul de glicogenogeneză implică
    A. descompunerea glucozei
    B. conversia aminoacizilor în carbohidraţi
    C. sinteza de glicogen
    D. descompunerea glicogenului

24. Procesul de dezaminare are ca rezultat
    A. descompunerea aminoacizilor
    B. sinteza glucozei
    C. sinteza moleculelor de lipide
    D. sinteza moleculelor de glicogen

25. Pancreasul este situat în apropiere de
    A. colonul sigmoid
    B. stomac
    C. cec
    D. apendice

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul* <u>*subliniat*</u> *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Stratul extern al tractului gastrointestinal este format din <u>peritoneul</u> visceral.

2. Limba conţine muşchi <u>netezi</u> acoperiţi de o membrană mucoasă.

3. Dinţii folosiţi pentru măcinarea alimentelor sunt denumiţi <u>incisivi.</u>

4. Substanţa cu consistenţa cea mai dură din organism, localizată pe suprafaţa exterioară a dintelui, este <u>dentina.</u>

5. Glanda parotidă este cea mai mare glandă <u>digestivă</u> şi este drenată de ductul parotidian în cavitatea orală.

6. Glanda salivară situată sub limbă este glanda <u>submandibulară.</u>

7. Amigdalele palatine şi faringiene se află în pereţii <u>faringelui.</u>

8. Lungimea aproximativă a esofagului este de <u>76,2</u> cm.

9. Peristaltismul asigură trecerea bolului alimentar din esofag prin sfincterul <u>piloric.</u>

10. Suprafața internă a stomacului conține numeroase pliuri numite <u>rugae.</u>

11. Singurele substanțe organice digerate în stomac sunt <u>lipidele.</u>

12. Enzimele care își îndeplinesc funcția în stomac sunt produse de celulele <u>principale.</u>

13. În vederea absorbției vitaminei B_{12}, este necesară o substanță numită factor <u>intrinsec.</u>

14. În stomac, bolul alimentar este transformat într-un lichid cu consistența unei supe, cunoscut sub denumirea de <u>kinină.</u>

15. Cea mai mare parte a proceselor digestive din organism au loc în <u>ileon.</u>

16. Tripsina și peptidaza sunt responsabile pentru descompunerea <u>glucidelor.</u>

17. Ductul biliar comun intră în duoden la nivelul <u>ductului renal.</u>

18. Produșii de degradare a proteinelor, glucidelor și acizilor nucleici sunt eliminați în <u>chiliferul central.</u>

19. Majoritatea proceselor de absorbție au loc prin <u>transport activ.</u>

20. Prelungirile mucoasei jejunale sub forma unor degete sunt numite <u>vilozități.</u>

21. Intestinul subțire și gros se întâlnesc în regiunea inferioară dreaptă a <u>toracelui.</u>

22. Intestinul <u>subțire</u> prezintă o porțiune ascendentă, una transversă și una descendentă.

23. Cele două tipuri importante de celule ale ficatului sunt hepatocitele și <u>celulele Kupffer.</u>

24. Ductul care drenează vezica biliară este cunoscut sub numele de duct <u>hepatic.</u>

25. Fibrinogenul și protrombina, utilizate în coagularea sângelui, sunt sintetizate în <u>pancreas.</u>

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Arthur este un alcoolic care suferă de pancreatită. Nivelul amilazei serice și al lipazei din organismul lui este crescut, indicând faptul că enzimele pancreatice nu ajung în duoden. Digestia căror macromolecule ar putea fi afectată? Explicați de ce.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 18.11

1. j
2. i
3. g
4. h
5. u
6. r
7. c
8. e
9. t
10. s
11. d
12. l
13. q
14. k
15. b
16. w
17. v
18. p
19. o
20. m
21. n
22. a
23. f

Figura 18.12

1. k
2. j
3. i
4. c
5. g
6. e
7. h
8. d
9. f
10. a
11. l
12. m
13. b

SECȚIUNEA C – Completare

1. absorbția
2. 9 m
3. mucoasă
4. nervi
5. mușchiul neted
6. seroasă
7. cavitatea orală
8. frâul limbii
9. muguri gustativi
10. bol alimentar
11. dinți temporari
12. 32
13. canini
14. incisivi
15. rădăcina
16. smalț
17. dentină
18. pulpei dentare
19. glanda parotidă
20. glanda submandibulară
21. glanda sublinguală
22. amilază
23. amigdale
24. maltoză
25. esofag
26. deglutiție
27. peristaltism
28. sfincterul piloric
29. pilor
30. celule principale
31. acidul clorhidric
32. mucus
33. pepsina
34. peptide
35. gastrina
36. chim gastric
37. pancreas
38. proteine
39. nucleaze
40. ionii de bicarbonat
41. sărurile biliare
42. lipază
43. jejunul
44. chilifer central
45. transport activ
46. apendice
47. rect
48. apa
49. ficatul
50. vezică biliară

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

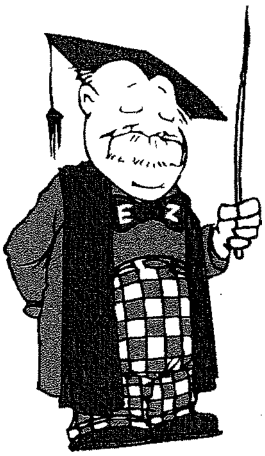
1. B	6. D	11. D	16. D	21. D
2. D	7. C	12. C	17. A	22. D
3. A	8. B	13. B	18. C	23. C
4. B	9. C	14. B	19. C	24. A
5. C	10. D	15. B	20. A	25. B

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals

1. A
2. striaţi
3. molari
4. smalţul
5. salivară
6. sublinguală
7. A
8. 25,4
9. cardial sau esofagian inferior
10. A
11. proteinele
12. A
13. A
14. chim
15. duoden
16. proteinelor
17. ampulei hepatopancreatice
18. capilare
19. A
20. A
21. abdomenului
22. gros
23. A
24. cistic
25. ficat

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Va fi afectată digestia tuturor macromoleculelor, deoarece sucul pancreatic conține enzime necesare descompunerii tuturor tipurilor de macromolecule.



19

Metabolism și nutriție

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă metabolismul substanțelor provenite din alimente, care furnizează energia și componentele esențiale pentru funcționarea normală organismului. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- explicați procesele metabolice și rolul ATP-ului;
- identificați etapele metabolismului glucidelor;
- identificați locul de desfășurare al glicolizei, ciclului Krebs, transportul electronilor și chemiosmoza;
- identificați procesele prin care celulele obțin energia din proteine, glucide și lipide;
- rezumați metabolismul glucidelor, proteinelor și al lipidelor;
- rezumați nutriția lipidică și necesarul de lipide în dietă;
- deosebiți lipoproteinele după funcția și importanța lor pentru sănătate;
- rezumați nutriția proteică și necesarul de proteine în dietă;
- deosebiți stările metabolice;
- sintetizați metabolismul vitaminelor și al mineralelor;
- rezumați balanța energetică a organismului;
- descrieți măsurarea ratei metabolice și factorii care o influențează;
- rezumați reglarea temperaturii corporale;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Metabolismul reprezintă totalitatea proceselor fizice şi chimice care au loc în celulă. Principalele componente/căi ale metabolismului sunt **anabolismul** (sinteza moleculelor complexe) şi **catabolismul** (degradarea moleculelor complexe). Reacţiile anabolice necesită de obicei energie, în timp ce reacţiile catabolice produc energie (Tabelul 19.1). Energia produsă este stocată în molecula cu nivel energetic ridicat, adenozin-trifosfatul sau ATP.

Reacţiile metabolice se desfăşoară în general de-a lungul unei **căi metabolice**, care este o succesiune de reacţii chimice prin care substraturile sunt descompuse în produşi finali, prin intermediul activităţii enzimelor. Multe dintre reacţii sunt de oxidare sau de reducere. **Reacţia de oxidare** este acea reacţie în care substratul cedează electroni şi devine oxidat, iar **reacţia de reducere** constă în acceptarea de electroni şi substratul devine astfel redus (Figura 19.1). Fiecare reacţie de oxidare este însoţită de una de reducere pentru că electronii nu pot exista în stare liberă. Oxidarea poate implica şi eliminarea unui atom de hidrogen, în timp ce reducerea poate însemna şi acceptarea unui atom de hidrogen.

Biochimia metabolismului este centrată pe sinteza şi degradarea glucidelor (carbohidraţilor), lipidelor (grăsimilor), proteinelor şi acizilor nucleici. Sinteza proteinelor din aminoacizi a fost discutată în Capitolul 3. Acest capitol se va axa pe degradarea glucidelor ca proces generator de energie, şi pe metabolismul lipidelor şi al aminoacizilor.

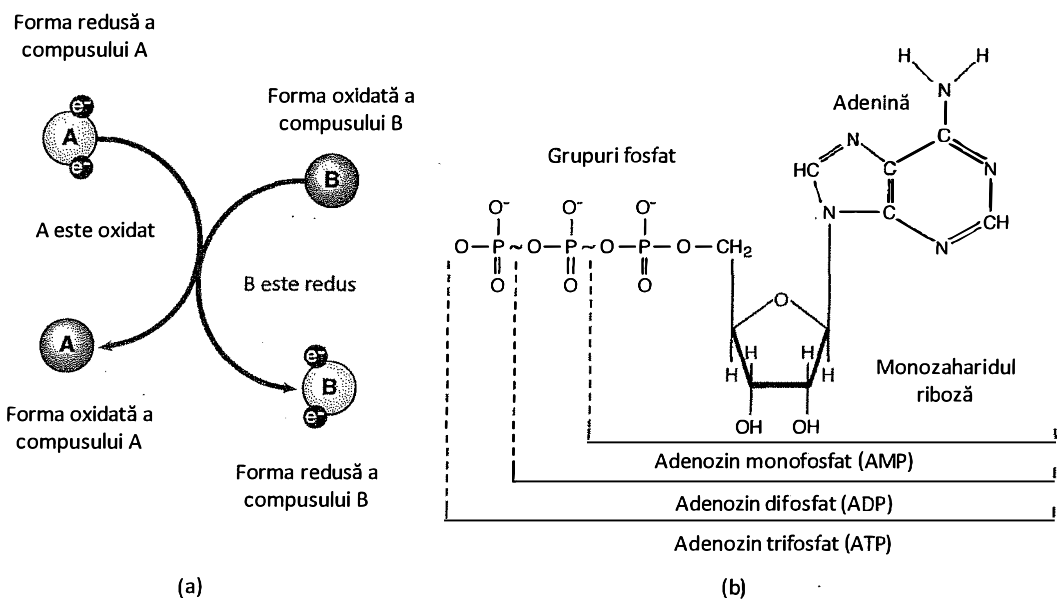


FIGURA 19.1 Oxido-reducerea şi ATP-ul. (a) Într-o reacţie de oxido-reducere sunt implicaţi doi compuşi: compusul A cedează doi electroni compusului B. Compusul A devine oxidat şi compusul B redus. (b) Structura adenozin-trifosfatului (ATP), sursa de energie imediată a organismului. Energia este eliberată atunci când enzima adenozin-trifosfatază îndepărtează grupul fosfat terminal al ATP-ului, obţinându-se ADP şi o grupare fosfat.

TABELUL 19.1 COMPARAŢIE ÎNTRE CELE DOUĂ COMPONENTE ALE METABOLISMULUI CELULAR

Catabolism	Anabolism
Degradează molecule mari	Sintetizează molecule mari
Eliberează energie	Necesită energie
Rezultă molecule mici	Rezultă molecule mari
Glicoliză, ciclul Krebs, transport de electroni	Sinteză de glicogen, trigliceride şi proteine
Mediat de enzime	Mediat de enzime
Reacţiile converg spre căile metabolice principale	Reacţiile diverg de la căile metabolice principale

ADENOZIN-TRIFOSFATUL

Când o celulă are nevoie de energie, aceasta utilizează o moleculă de **adenozin-trifosfat (ATP)**. După cum s-a descris în Capitolul 2, această moleculă constă dintr-un rest de adenozină şi trei grupări fosfat. Când grupul fosfat terminal este ataşat de molecula ATP, aceasta conţine 7,3 kcalorii/mol ($6x10^{23}$molecule). Pentru a elibera energia, enzima adenozin-trifosfatază scindează grupul fosfat terminal şi îl eliberează ca ion fosfat. Pe lângă energie, în urma scindării ATP rezultă astfel **adenozin-difosfat (ADP)** şi un **ion fosfat**.

Adenozin-difosfatul şi ionul fosfat se pot lega pentru a reforma ATP-ul, la fel cum o baterie se reîncarcă. Pentru această sinteză este însă nevoie de energie. Această energie este obţinută de celulă prin procesul de **respiraţie celulară**.

Respiraţia celulară este un proces intracelular complex, care utilizează un grup de molecule organice denumite **coenzime**. Coenzimele sunt porţiuni non-proteice ale enzimelor, esenţiale pentru activitatea acestora. Două coenzime importante pentru celulele umane sunt: nicotinamid-adenin-dinucleotidul (**NAD^+**) şi flavin-adenin-dinucleotidul **(FAD)**. Ambele molecule au structură asemănătoare cu ATP-ul. Pentru producerea NAD^+ este nevoie de o vitamină B numită niacină. FAD conţine un grup flavin care este porţiunea chimic activă. Pentru producerea grupului flavin este necesară vitamina B, numită **riboflavină**.

Coenzimele acceptă electroni şi îi cedează altor coenzime sau altor molecule. Reacţiile sunt de oxido-reducere. Alte molecule ce participă la aceste reacţii sunt pigmenţii ce conţin fier şi se numesc **citocromi**. Coenzimele şi citocromii acceptă şi cedează electronii în cadrul **lanţul transportor de electroni**. Trecerea electronilor bogaţi în energie printre citocromi şi coenzime adună energie din molecule, iar această energie este folosită pentru recombinarea moleculelor de ADP cu ionii fosfat şi formarea moleculelor de ATP.

Sinteza ATP-ului folosind energie din transportul electronilor implică un proces complex denumit **chemiosmoză**. Prin chemiosmoză se realizează un gradient protonic puternic între compartimentele delimitate de membrana dublă a mitocondriilor intracelulare. Acest gradient se formează atunci când un număr mare de protoni (ioni de H^+) sunt pompaţi între compartimentele membranare mitocondriale. Energia folosită pen-

DE REŢINUT
ATP-ul este produs prin respiraţie celulară şi este materia primă energetică a celulei.

tru pomparea protonilor este cea eliberată din electroni în cursul activității sistemului de transport al electronilor. Acceptorul final de electroni, în lanțul transportor de electroni, este molecula de oxigen. Enzima citocrom-oxidază combină electronii, protonii din vecinătate și oxigenul pentru a produce apă.

După acumularea protonilor în compartimentele mitocondriale, aceștia se întorc în alt compartiment prin intermediul enzimei membranare ATP-sintetază, furnizând energia pentru a uni ADP-ul cu ionii fosfat și a forma ATP. Mișcarea protonilor este numită chemiosmoză pentru că implică o mișcare a unor compuși chimici (protoni), printr-o membrană semipermeabilă.

METABOLISMUL GLUCIDELOR

Glucoza este principala glucidă disponibilă ca sursă de energie în corpul uman. Alte glucide consumate de om sunt: fructoza, galactoza, zaharoza, lactoza, maltoza și amidonul, toate fiind transformate în glucoză sau într-un compus înrudit, pentru a fi folosite în metabolismul energetic.

În procesul respirației celulare, glucidele sunt preluate de către celulă în citoplasmă și mitocondrii pentru a le descompune și a elibera energie. În urma acestui proces, dioxidul de carbon și apa sunt eliminate ca produși reziduali. Procesul cuprinde patru etape: glicoliza, ciclul Krebs, lanțul transportor de electroni și chemiosmoza. Prin **glicoliză** moleculele de glucoză sunt transformate în acid piruvic; în **ciclul Krebs** moleculele de acid piruvic sunt degradate în continuare, iar energia din molecule este folosită pentru a forma compuși cu potențial energetic ridicat cum este NADH; prin **lanțul transportor de electroni**, electronii sunt transportați între citocromi și coenzime, eliberându-și energia; prin **chemiosmoză**, energia este folosită pentru pomparea transmembranară a protonilor și pentru a furniza energia pentru sinteza ATP-ului (Figura 19.2).

GLICOLIZA

În procesul glicolizei, o moleculă de glucoză este metabolizată printr-o cale cu mai multe etape, pentru a produce două molecule de acid piruvic. Acest proces are loc în citoplasma celulei. În această cale metabolică acționează cel puțin nouă enzime.

În etapele 1 și 3 ale căii glicolitice, este folosită câte o moleculă de ATP pentru a furniza energia necesară acestor reacții chimice. În continuare, molecula de glucoză cu 6 atomi de carbon este convertită într-un produs intermediar, care se rupe în doi compuși cu câte 3 atomi de carbon. Aceștia suferă ulterior transformări suplimentare și în cele din urmă, la sfârșitul procesului, formează două molecule de **acid piruvic** (Figura 19.3).

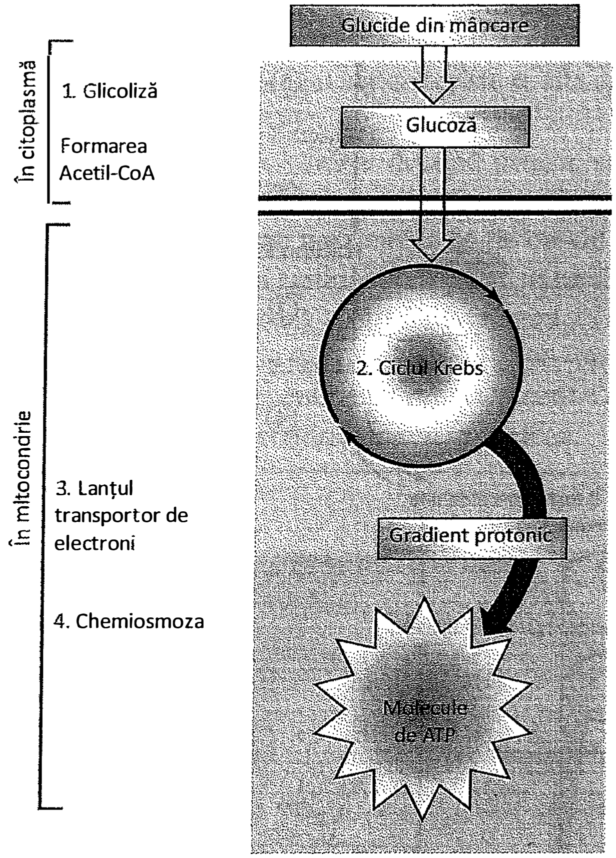


FIGURA 19.2 O privire de ansamblu asupra metabolismul glucidelor, ilustrând relația între cele patru mari subdiviziuni. Din glucidele alimentare se formează glucoza, care este apoi metabolizată prin procesele 1-4 pentru a elibera energie, care este stocată în moleculele de ATP. Unele reacții biochimice au loc în citoplasmă, restul se petrec în mitocondriile celulei.

Spre sfârşitului procesului de glicoliză se sintetizează patru molecule de ATP folosind energia eliberată în cursul reacţiilor chimice (Figura 19.3). Câştigul net, ca rezultat al glicolizei, sunt două molecule de ATP, deoarece, din cele patru molecule de ATP sintetizate, două au fost folosite în reacţiile chimice ale procesului.

Tot în procesul glicolizei, o altă reacţie chimică produce electroni cu nivel energetic ridicat şi ioni de hidrogen (H^+). Aceştia sunt transferaţi coenzimei NAD^+ şi astfel o transformă în **NADH**. Enzima redusă NADH va fi folosită mai târziu în lanţul transportor de electroni. În cursul glicolizei se produc două molecule de NADH. Glicoliza nu necesită oxigen, deci este considerată un proces anaerob.

În condiţii anaerobe, în **celulele musculare** apare transformarea enzimatică a acidului piruvic în **acid lactic**. Această reacţie chimică eliberează NAD^+ pentru a fi refolosit în glicoliză şi, în acelaşi timp, furnizează celulei două molecule de ATP. În cele din urmă, acidul lactic acumulat în muşchi produce „febra musculară” şi celulele musculare nu se mai contractă (Capitolul 8).

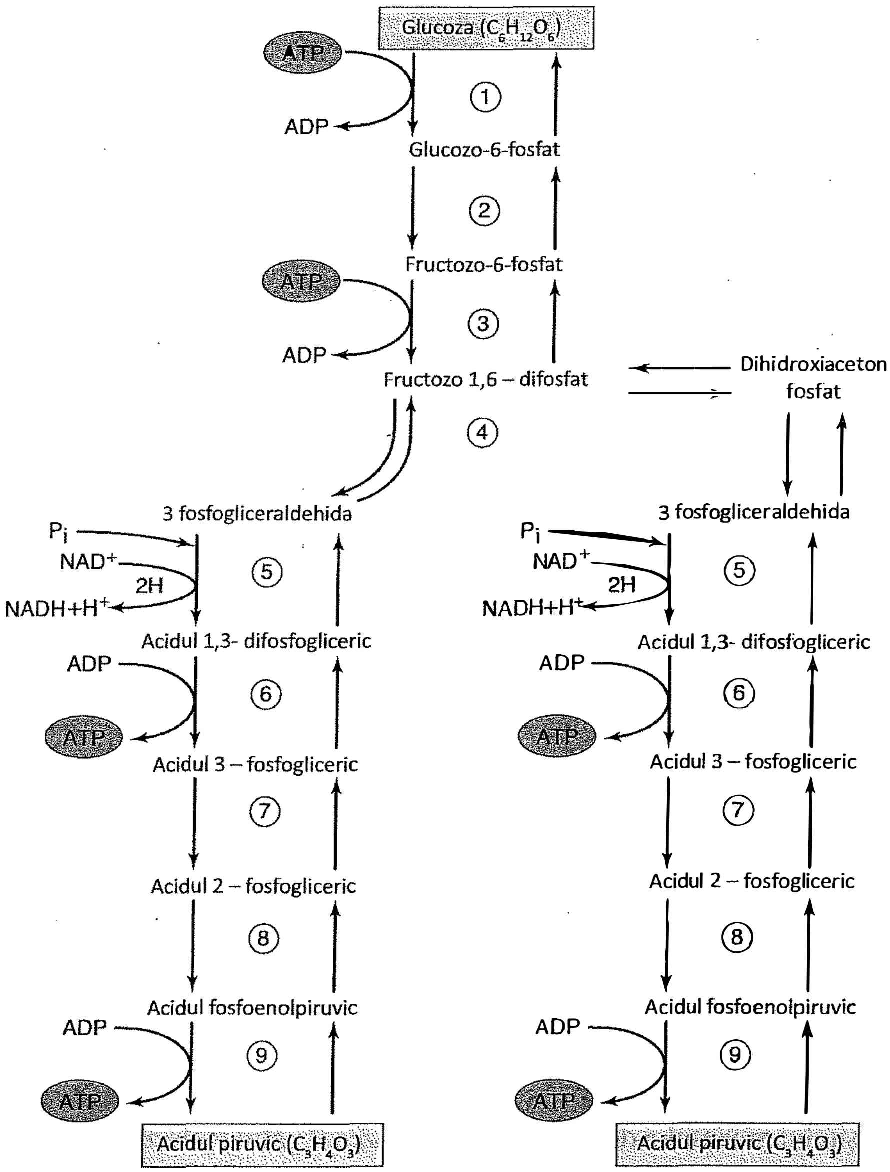


FIGURA 19.3 Glicoliza. Glicoliza este un proces biochimic realizat în etape, în care molecula de glucoză este convertită în două molecule de acid piruvic. De notat că în acest proces se utilizează 2 molecule de ATP (în reacţiile 1 şi 3) şi se produc 4 molecule de ATP (reacţiile 6 şi 9, fiecare reacţie având loc de două ori), rezultând în final un câştig net de două molecule de ATP. În reacţia 5 se formează două molecule de NADH care vor intra în sistemul transportor de electroni.

CICLUL KREBS

După glicoliză, respiraţia celulară implică un alt proces realizat în etape, numit **ciclul Krebs**, ciclul acidului citric sau ciclul acizilor tricarboxilici (CAT). Ciclul Krebs utilizează cele două molecule de acid piruvic formate prin glicoliză, şi produce molecule cu nivel energetic ridicat de NADH şi $FADH_2$, precum şi GTP. Ciclul Krebs are loc în

mitocondria celulei şi produce două molecule de CO_2 ca produşi reziduali. Mitocondria posedă o membrană internă şi una externă, care o compartimentează. Membrana internă este plicaturată şi formează **criste**. De-a lungul acestor criste se află enzimele importante pentru pompa de protoni şi formarea de ATP.

Înainte de a intra în mitocondrie, moleculele de acid piruvic sunt procesate. O enzimă acţionează asupra moleculei de acid piruvic pentru a elibera un atom de carbon sub forma unei molecule de dioxid de carbon. Ceilalţi 2 atomi de carbon rămaşi (grupul acetil) se combină cu o coenzimă numită coenzima A şi formează acetil-CoA (Figura 19.4). În timpul acestui proces sunt transferaţi la NAD^+ electroni şi un ion de hidrogen, pentru a forma NADH cu nivel energetic ridicat. Acetil-CoA este transportată în compartimentul mitocondrial intern, **matricea**.

DE REŢINUT
În ciclul Krebs, din fiecare atom de carbon care intră în ciclu este formată câte o moleculă de CO_2.

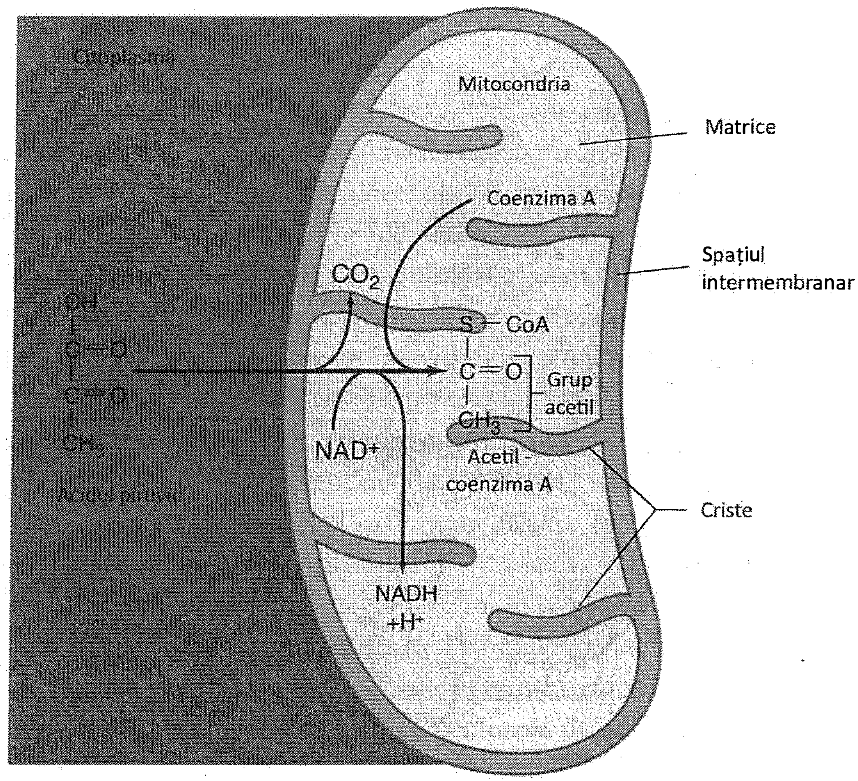


FIGURA 19.4 Formarea acetil-CoA. Acidul piruvic este format din molecule de glucoză în decursul glicolizei ce are loc în citoplasmă. Apoi acidul piruvic pierde un atom de carbon, pentru a forma CO_2 şi se combină cu CoA pentru a forma acetil-CoA care este transportată în compartimentul intern al mitocondriei, matricea. În acest proces este formată o molecula de NADH utilizată pentru transportul electronilor.

Acetil-CoA este pregătită pentru intrare în ciclul Krebs. Se uneşte cu un acid cu 4 atomi de carbon, numit acid oxaloacetic şi rezultă un acid cu 6 atomi de carbon, numit **acidul citric**. Acidul citric suferă o serie de transformări catalizate enzimatic (Figura 19.5). Aceste transformări implică numeroase reacţii chimice produse sub acţiunea enzimelor. În multe din etapele ciclului se eliberează electroni cu nivel energetic ridicat către moleculele NAD^+. Aceste molecule de NAD^+ primesc, de asemenea, şi protoni şi devin molecule NADH. Într-una din etape, FAD serveşte ca acceptor de electroni şi acceptă doi atomi de hidrogen, devenind $FADH_2$. De asemenea, într-una din reacţii se eliberează suficientă energie pentru a sintetiza o moleculă de ATP. Pentru că sunt două molecule de acid piruvic ce intră în ciclul Krebs, în acest stadiu al respiraţiei celulare, rezultă două molecule de ATP formate dintr-o moleculă de glucoză.

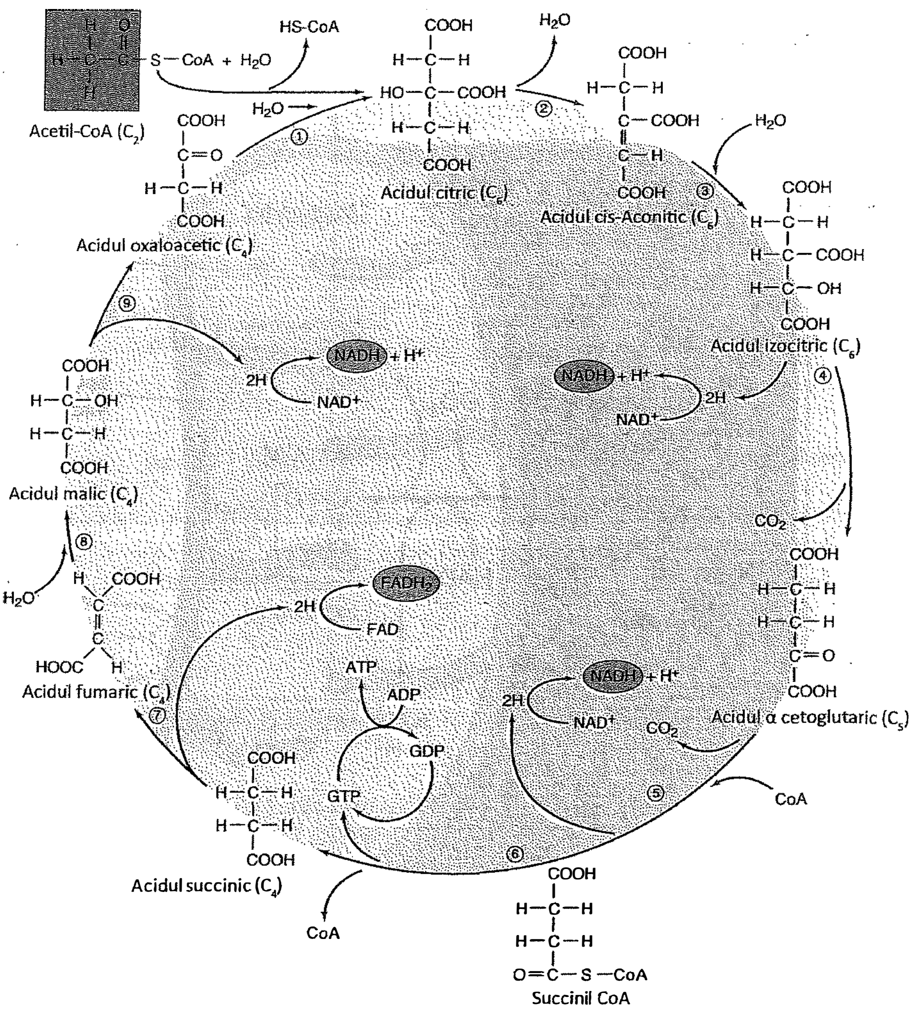


FIGURA 19.5 Ciclul Krebs. Ciclul Krebs este un set complex de reacţii biochimice ce au loc în mitocondria celulei. Observaţi că o moleculă de acetil-CoA intră în ciclu în stânga sus pentru a iniţia procesul. În reacţiile 4, 5 şi 9 se formează molecule de NADH pentru a fi utilizate în transportul electronilor. O molecula de $FADH_2$ se formează în reacţia 7 şi o moleculă de ATP se formează în reacţia 6. Moleculele de dioxid de carbon se formează în reacţiile 4 şi 5. Încă un CO_2 se formează în procesul de sinteză a acetil-CoA (Figura 19.4). Aceste trei molecule de CO_2 reprezintă carbonul din acidul piruvic rezultat din glicoliză şi la origine din glucoză. Moleculele de CO_2 difuzează în afara celulei şi în cele din urmă sunt îndepărtate din organism prin plămâni în timpul expiraţiei.

În reacţiile ciclului Krebs se eliberează cei doi atomi de carbon ai acetil-CoA (Figura 19.5). Fiecare atom este folosit pentru a forma câte o moleculă de CO_2. Deoarece în ciclul Krebs intră două molecule de acetil-CoA şi fiecare moleculă are doi atomi de C, rezultă patru molecule de CO_2. Adăugate celor două molecule de CO_2 formate în urma conversiei acidului piruvic în acetil-CoA, în urma ciclului Krebs, rezultă în total 6 molecule de CO_2 ca şi gaz rezidual. Aceste 6 molecule de CO_2 reprezintă cei 6 atomi de carbon ai glucozei care a intrat iniţial în glicoliză. Moleculele de CO_2 difuzează în afara celulei şi sunt transportate la plămâni pentru a fi înlăturate din organism.

La sfârşitul ciclului Krebs, ultimul compus chimic format este acidul oxaloacetic. Acest compus este identic cu acidul oxaloacetic ce iniţiază ciclul Krebs. El este gata acum să accepte o nouă moleculă de acetil-CoA pentru a parcurge un nou ciclu Krebs. De notat că, pentru două molecule de acid piruvic metabolizate în ciclul Krebs, s-au format două molecule de ATP, plus şase molecule NADH şi două molecule $FADH_2$. Moleculele NADH şi $FADH_2$ vor fi acum utilizate în sistemul transportor de electroni.

LANŢUL TRANSPORTOR DE ELECTRONI

Transportul electronilor are loc de-a lungul cristelor mitocondriei, unde sunt localizate coenzimele şi citocromii implicaţi în acest proces. În lanţul transportor de electroni sunt folosite moleculele de NADH şi $FADH_2$, rezultate din ciclul Krebs şi glicoliză. Aceste molecule cedează electronii lor unei serii de pigmenţi ce conţin fier (citocromi) şi altor coenzime. Citocromii şi coenzimele îşi transferă electronii unul altuia şi energia din electroni se pierde treptat, dar nu se risipeşte în mediul înconjurător. În schimb, energia rezultată din transferul electronilor este folosită pentru a pompa protoni prin membrana mitocondriei din compartimentul extern, numit **spaţiu intermembranar**, în compartimentul intern, numit **matrice**. Fiecare moleculă de NADH are suficientă energie pentru a transporta trei protoni în compartimentul extern, iar fiecare moleculă de $FADH_2$ are suficientă energie pentru a transporta doi protoni.

Electronii transportaţi de citocromi şi coenzime sunt în final preluaţi de oxigen printr-o reacţie catalizată de enzima **citocrom-oxidază**. Primind doi electroni, atomii de oxigen devin încărcaţi electric negativ. Pentru a-şi echilibra încărcătura electrică, oxigenul va prelua doi protoni din soluţie, formând astfel o molecula de **apă** (H_2O). Aşadar, apa este un produs rezidual important al metabolismului (Figura 19.6).

Ca şi acceptor final de electroni, oxigenul este responsabil de eliminarea electronilor din sistem. Dacă oxigenul nu ar fi disponibil în etapa finală a transportului de electroni, aceştia nu ar putea fi eliberaţi din coenzime şi citocromi şi nu ar putea funcţiona mai departe. Atunci, energia din electroni nu ar mai putea fi eliberată, pompa de protoni nu ar putea funcţiona şi ATP-ul nu s-ar mai putea produce. Astfel, respiraţia este un proces esenţial, cu rolul de a introduce oxigenul în corp şi de a-l distribui celulelor pentru realizarea respiraţiei celulare.

DE REŢINUT
Oxigenul este receptorul final de electroni în lanţul transportor de electroni; astfel se produce apa (H_2O).

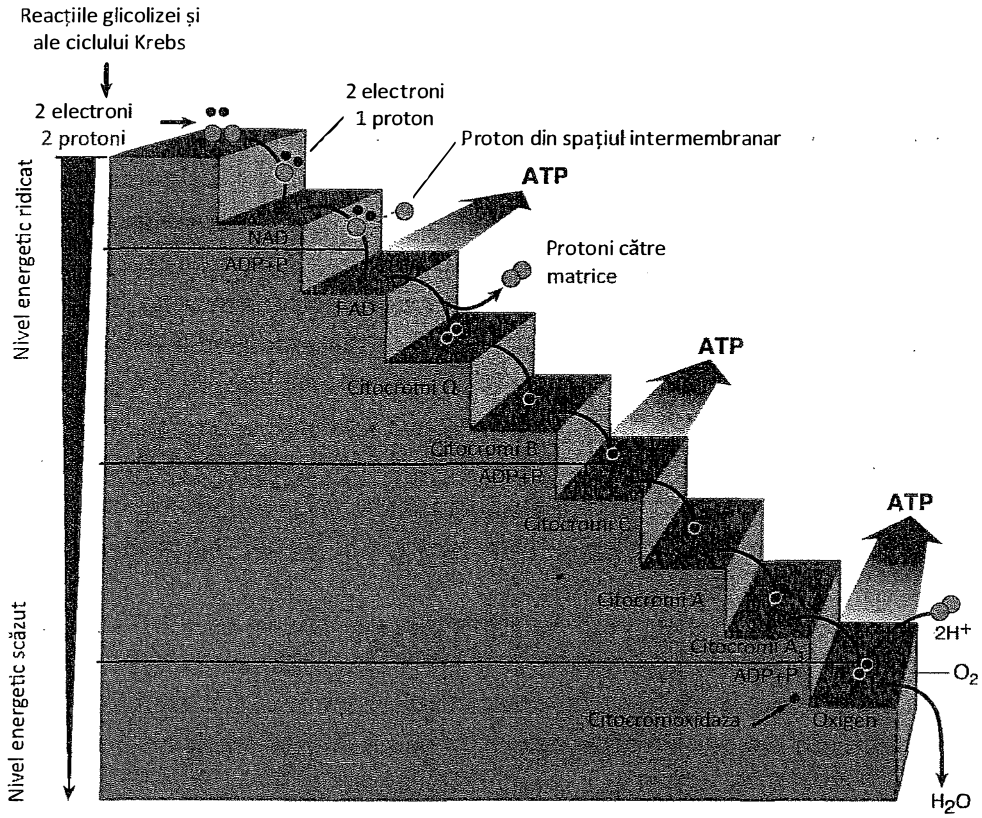


FIGURA 19.6 Transportul electronilor. În timpul acestui proces, electronii sunt eliberați din reacții ce au loc în cursul glicolizei și a ciclului Krebs. Electronii sunt transferați pe moleculele de NAD^+, FAD și alți citocromi și își pierd treptat energia. Această energie este folosită pentru sinteza moleculelor de ATP în procesul chemiosmozei.

CHEMIOSMOZA

Producerea efectivă de ATP în respirația celulară are loc prin procesul de chemiosmoză la nivelul **cristelor** mitocondriale. Așa cum s-a menționat anterior, chemiosmoza implică pomparea protonilor prin membrana mitocondriei pentru stabilirea unui gradient de protoni. Odată ce gradientul este obținut protonii trec, conform gradientului, cu ajutorul enzimei **ATP-sintetază**. Această enzimă folosește energia protonilor pentru a genera ATP, utilizînd ca substrat ADP și ioni fosfat (Figura 19.7).

Energia produsă în timpul respirației celulare prin chemiosmoză este substanțială. Astfel, în timpul respirației celulare, dintr-o singură moleculă de glucoză se pot produce în total 34 de molecule de ATP. Două molecule de ATP rezultă din ciclul Krebs și două sunt produse prin glicoliză, deci în total se formează 38 molecule de ATP. Aceste molecule de ATP pot fi apoi folosite de celulă pentru necesitățile ei energetice (Tabelul 19.2). Ele nu pot fi depozitate pentru o perioadă lungă de timp, iar respirația celulară trebuie să continue pentru a regenera moleculele de ATP pe măsură ce ele sunt folosite.

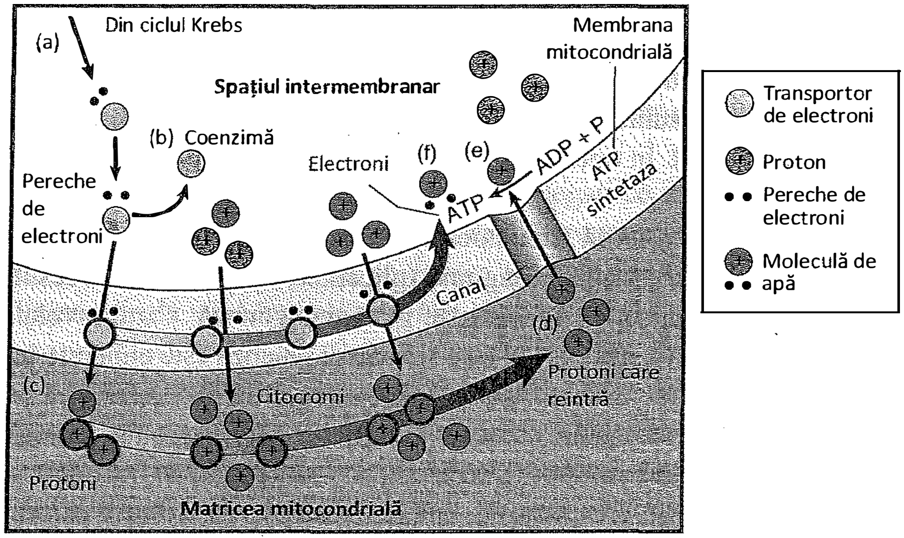


FIGURA 19.7 Chemiosmoza. Enzimele transportoare de electroni ce rezultă din ciclul Krebs (a) inițiază procesul. Electronii sunt eliberați din coenzime (b) și trec printr-o serie de citocromi. Energia este folosită pentru pomparea protonilor prin membrana mitocondrială (c) în compartimentul intern și protonii se adună în acest compartiment. Instantaneu, ei traversează înapoi membrana (d) către compartimentul extern. În acest pasaj, energia fluxului de protoni este folosită (e) pentru sinteza moleculelor de ATP.

TABELUL 19.2 CARACTERISTICILE CĂILOR CELULARE METABOLICE

Proces	Cale	Localizare	Reactanți	Produși
Glicoliza	Glicoliza	Citoplasmă	Glucoza	2 acid piruvic 2 NADH 2 ATP
Fermentația	Sinteza acidului lactic	Citoplasmă	Acid piruvic	Acid lactic
Respirația aerobă și chemiosmoza	Formarea acetil-CoA (2 molecule)	Mitocondrie	Acid piruvic	2 NADH, 2 CO_2, 2 acetil-CoA
	Ciclul Krebs (2 cicluri)	Mitocondrie	Acetil-CoA	2 ATP, 6 NADH, 4 CO_2, 2 $FADH_2$
	Transportul electronilor	Membrană mitocondrială	10 NADH 2 $FADH_2$	34 ATP

FIZIOLOGIA METABOLISMULUI GLUCOZEI

Moleculele de glucoză folosite în respirația celulară sunt absorbite din intestinul subțire în fluxul sanguin (Capitolul 18). Glucoza și alte monozaharide, ca fructoza și galactoza, sunt transportate la ficat prin vena portă. În ficat, fructoza și galactoza sunt transformate tot în glucoză, moleculele acesteia putând fi apoi transportate la toate celulele corpului pentru a fi utilizate în respirația celulară.

La nivelul membranei plasmatice celulare, hormonul **insulină** facilitează trecerea moleculelor de glucoză prin membrana celulelor, prin creşterea afinităţii transportorului membranar pentru moleculele de glucoză. În absenţa insulinei, pacienţii dezvoltă tipul I de diabet zaharat sau insulino-dependent. În tipul II de diabet, celulele nu răspund la stimulul insulinic.

DE REȚINUT
Glicoliza este prima etapă în respirația celulară. Glicogenoliza este catabolismul glicogenului cu eliberare de molecule de glucoză. Gluconeogeneza este producerea de glucoză din aminoacizi.

Moleculele de glucoză sunt stocate în ficat sub formă de **glicogen**, atunci când nivelul glucozei sanguine (glicemia) este ridicat. Procesul de formare a glicogenului se numeşte **glicogenogeneză**. Când nivelul glicemiei este scăzut, glicogenul este scindat şi glucoza este eliberată în fluxul sanguin. Acest proces se numeşte **glicogenoliză**. Hormonii glucagon şi epinefrină (adrenalină) accelerează glicogenoliza (produc hiperglicemie).

Moleculele de glucoză pot fi, de asemenea, sintetizate în ficat din surse neglucidice, altele decât glucidele. De exemplu, unii aminoacizi pot fi folosiţi pentru sintetiza glucozei printr-un proces complex. Acest proces de sinteză a glucozei din anumiţi aminoacizi se numeşte **gluconeogeneză** (Figura 19.8). De asemenea, moleculele de glicerol şi acid lactic pot fi transformate în glucoză prin gluconeogeneză.

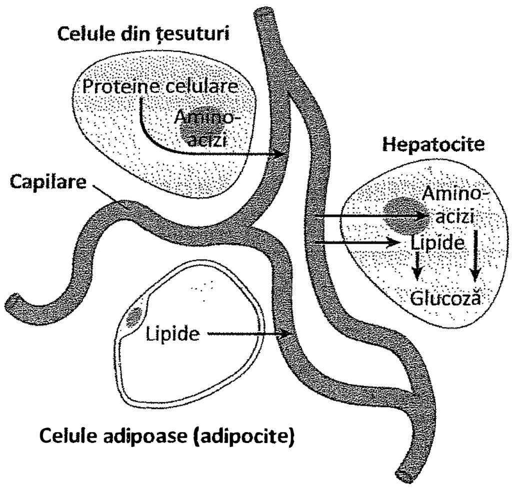


FIGURA 19.8 Gluconeogeneza. Procesul gluconeogenezei transformă molecule neglucidice (non-carbohidraţi) în molecule de glucoză pentru a fi folosite în metabolismul energetic. După cum se observă, în celulele din ţesuturi, proteinele sunt descompuse în aminoacizi, care intră în capilarele sanguine. Lipidele sunt obţinute din celulele adipoase şi sunt transportate împreună cu aminoacizii la ficat. Procesul complex de transformare în molecule de glucoză are loc în ficat.

METABOLISMUL LIPIDELOR ŞI AL PROTEINELOR

În procesul digestiei, trigliceridele (lipide) sunt descompuse în molecule de acizi graşi şi glicerol. În mucoasa intestinală, lipidele şi proteinele formează **chilomicroni**, care sunt picături microscopice de materie grăsoasă ce intră în capilarele limfatice şi în cele din urmă în circulaţia sanguină. Chilomicronii sunt compuşi din trigliceride, colesterol şi fosfolipide.

Majoritatea chilomicronilor sunt captați din sânge de către ficat şi ţesutul adipos. Enzimele, numite lipaze, descompun trigliceridele şi eliberează moleculele de acizi graşi liberi şi glicerol. Unele dintre aceste molecule sunt recombinate pentru a fi depozitate în țesutul adipos, iar altele sunt metabolizate în ficat, în funcţie de cantitatea de lipide ingerată prin dietă.

Pentru a fi transportaţi la celule, mulţi acizi graşi sunt legaţi de molecule de albumină în plasma sanguină. Moleculele de lipide sunt transportate, de asemenea, şi ca mici particule ce conţin proteine, numite **lipoproteine**. Lipoproteinele sunt împărţite în trei clase în funcţie de densitatea lor. **Lipoproteinele cu densitate foarte mică (very low density lipoproteins VLDL)** conţin aproximativ 60% trigliceride şi 15% colesterol. **Lipoproteinele cu densitate mică (low density lipoproteins LDL)** au aproape 50% colesterol, în funcţie de consumul alimentar de colesterol şi lipide saturate. Un nivel ridicat de LDL semnifică mult colesterol în sânge şi un risc crescut de boli coronariene. **Lipoproteinele cu densitate mare (high density lipoproteins HDL)** conţin aproximativ 20% colesterol, circa 5% trigliceride şi circa 50% proteine. Aceste lipoproteine transportă colesterolul la ficat pentru a fi metabolizat şi elimină trigliceridele şi colesterolul din sânge. O concentraţie mare de HDL este asociată cu un risc mai scăzut de boală coronariană.

> **DE REȚINUT**
> LDL transportă colesterolul de la ficat la celule; nivelul crescut de LDL, dăunează sănătății. HDL transportă colesterolul de la țesuturi la ficat; nivelul scăzut de HDL, dăunează sănătății.

CATABOLISMUL LIPIDELOR

Lipidele sunt descompuse la nivel celular şi folosite ca o sursă importantă de energie. În procesul de degradare, molecula de **glicerol** este separată de acizii graşi. În citoplasma celulei, enzimele convertesc glicerolul în dihidroxi-aceton-fosfat (DHAP). DHAP este un compus intermediar în procesul glicolizei (Figura 19.3), metabolizarea DHAP continuând până la acid piruvic. Alternativ, molecula de DHAP poate urma o cale care va duce retrograd căii glicolizei, înapoi la glucoză. În acest mod, glicerolul poate fi folosit pentru a sintetiza molecule de glucoză.

Acizii graşi sunt metabolizaţi în mitocondria celulei. Aici, ei sunt convertiți în fragmente de câte 2 unități de carbon (acetil-CoA), printr-un proces cunoscut ca **beta-oxidare**. O singură moleculă de acid gras, conţinând 16 atomi de carbon va duce la formarea a opt molecule de acetil-CoA. Fiecare moleculă de acetil-CoA intră apoi în ciclul Krebs (ca şi cum ar fi provenit din acid piruvic) şi este metabolizată pentru a-şi elibera energia. Astfel, energia produsă prin metabolizarea unui acid gras cu 16 atomi de carbon este considerabilă, de circa 129 de molecule de ATP.

În timpul catabolismului lipidelor, unele molecule de acetil-CoA se pot combina între ele formând acidul acetoacetic. Această substanţă este apoi convertită în molecule de acetonă şi molecule de acid beta-hidroxi-butiric. Aceste molecule poartă numele de **corpi cetonici** (sau cetone) deoarece conţin grupări „ceto"(-–C=O). În condiții normale, nivelul corpilor cetonici rezultați din catabolismul lipidelor este scăzut, deoarece aceştia sunt rapid convertiţi în acetil-CoA. Însă, atunci când

> **DE REȚINUT**
> Lipoliza este descompunerea trigliceridelor pentru a produce ATP. Lipogeneza este formarea de trigliceride din glucide și aminoacizi, cu scopul de a stoca energie ce poate fi folosită ulterior.

catabolismul lipidelor este accelerat, ca de exemplu la o persoană cu diabet zaharat, se formează o cantitate mare de corpi cetonici, situaţie cunoscută sub numele de **cetoacidoză**. Acetona din corpii cetonici produce mirosul caracteristic, de diluant de lac de unghii, al respiraţiei pacientului. Excesul de corpi cetonici creşte aciditatea corpului, condiţie ce poate determina coma diabetică. Cetoacidoza apare, de asemenea, şi în situaţii de înfometare, când aportul de glucoză este mult redus. O dietă bogată în lipide şi săracă în glucide poate, de asemenea, să cauzeze cetoacidoză.

ANABOLISMUL LIPIDELOR

Sinteza lipidelor în cadrul anabolismului se produce din moleculele de acetil-CoA (Figura 19.9). Moleculele de acetil-CoA folosite în sinteză sunt în general obţinute din molecule de glucoză, astfel asigurând un mecanism de conversie a moleculelor de glucoză în acizi graşi. Enzimele hepatice sunt capabile să transforme un acid gras în altul şi să formeze trigliceridele din lipide. Organismul nu poate sintetiza trei acizi graşi nesaturaţi: acidul linolenic, linoleic şi arahidonic. Aceşti acizi graşi trebuie obţinuţi prin dietă şi se numesc **acizi graşi esenţiali.**

Când dieta este bogată în glucide, glucoza este convertită în lipide prin procesul numit **lipogeneză.** Unii aminoacizi pot fi, de asemenea, convertiţi în lipide prin intermediarii respiraţiei celulare. În acest mod, lipidele în organism pot proveni fie din glucide, fie din proteine.

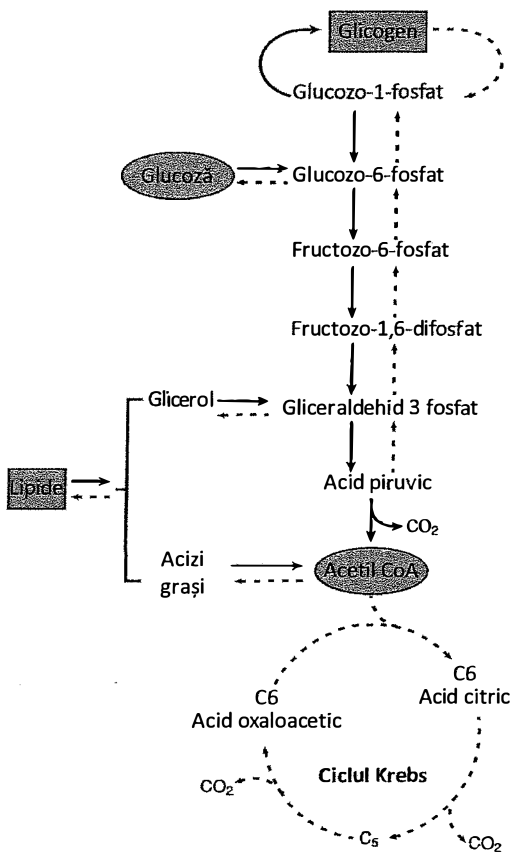


FIGURA 19.9

Unele aspecte ale metabolismului glucozei şi lipidelor. Molecule de glucoză pot fi convertite în glicogen astfel: glucoza se transformă mai întâi în glucoză-6-fosfat, apoi aceasta în glucoză-1-fosfat (săgeţi continue) şi apoi în glicogen. Pentru sinteza lipidelor din glucoză se folosesc glicerol şi acizi graşi (săgeţi întrerupte). Observaţi cum ambii compuşi derivă din compuşi ai glicolizei. Pentru degradarea lipidelor (săgeţi continue), alte enzime fac ca reacţiile chimice să se desfăşoare în sens invers. Schema biochimică arată cum un aport abundent de glucoză poate duce la o creştere a rezervelor de glicogen şi de lipide ale corpului.

Un reglator important al metabolismului lipidic este insulina, care previne degradarea lipidelor prin inhibarea enzimelor numite lipaze. Această inhibiţie este anulată în condițiile deficitului de insulină, cum este cazul persoanelor cu diabet zaharat.

Alţi hormoni stimulează eliberarea acizilor graşi din ţesutul adipos; aceştia includ epinefrina (adrenalina), hormonul de creştere, glucagonul, ACTH-ul şi tiroxina. Impulsurile nervoase ale sistemului nervos simpatic accelerează degradarea lipidelor în ţesutul adipos, în timp ce impulsurile parasimpatice cresc depunerea lipidelor.

METABOLISMUL PROTEINELOR

În organism, proteinele sunt degradate în tractul gastrointestinal în aminoacizii lor componenţi. Aminoacizii sunt apoi absorbiţi din intestin prin mecanismele de transport activ sau difuziune facilitată şi sunt transportaţi la ficat. Aici, ei pot fi integraţi în molecule de proteine sau eliberaţi în circulaţie pentru a fi transportaţi la alte celule. În celule, aminoacizii sunt legaţi împreună într-o anumită secvenţă, care reflectă codul genetic din ADN-ul celulei. Procesul sintezei proteinelor este discutat în Capitolul 3.

Organismul poate utiliza unii aminoacizi ca surse de energie. Transformarea aminoacizilor în compuşi energetici are loc în ficat, mai ales atunci când dieta este bogată în proteine. Procesul de transformare începe cu o etapă numită **dezaminare**. În această reacție chimică, gruparea amino ($-NH_2$) este desprinsă din aminoacid de către enzima dezaminază şi este folosită pentru a forma o moleculă de amoniac. Molecula de amoniac trece apoi printr-o serie ciclică de reacţii enzimatice numite **ciclul ureei**, unde se uneşte cu molecule de dioxid de carbon pentru a forma **ureea**. Ureea ajunge în sânge şi este eliminată de către rinichi (Capitolul 20).

După ce gruparea amino a fost înlăturată prin dezaminare, în locul acesteia, este adăugat un atom de oxigen (Figura 19.10). Rezultatul este un compus care în mod normal se regăseşte undeva în secvenţa metabolică a glicolizei sau a ciclului Krebs. Această moleculă poate fi utilizată pentru a obţine energie în procesul respiraţiei celulare. Alternativ, aceasta poate fi utilizată pentru a forma molecule de acetil-CoA, care pot fi folosite pentru sinteza de acizi graşi în procesul lipogenezei. De obicei, proteinele sunt folosite ca surse de energie numai după ce s-au epuizat glucidele şi lipidele.

Există anumiţi aminoacizi pe care organismul îi poate sintetiza prin transformarea unui aminoacid în altul în ficat, prin procesul de transaminare. Aceştia sunt **aminoacizii ne-esenţiali**. Unsprezece aminoacizi sunt ne-esenţiali. **Aminoacizii esenţiali** sunt aceia care trebuie obţinuţi din dietă. Aceştia includ: triptofanul, valina, lizina, leucina, izoleucina, metionina şi histidina. Proteinele animale pot conţine aceşti aminoacizi şi sunt considerate **proteine complete**. Din proteinele vegetale lipsesc frecvent unii din aceşti aminoacizi, aceste proteine numindu-se **proteine incomplete**.

Metabolismul proteinelor este reglat de o serie de hormoni, inclusiv de hormonul de creştere, care stimulează transportul activ al aminoacizilor în celule şi folosirea lor de către celule în sinteza proteinelor. Hormonul sexual masculin, testosteronul, şi cei feminini, estrogenii, stimulează, de asemenea, sinteza proteică şi produc creşterea depozitelor de proteine din ţesuturi. Tiroxina creşte rata metabolismului celular şi influenţează sinteza proteinelor, iar glucocorticoizii favorizează degradarea proteinelor în celule.

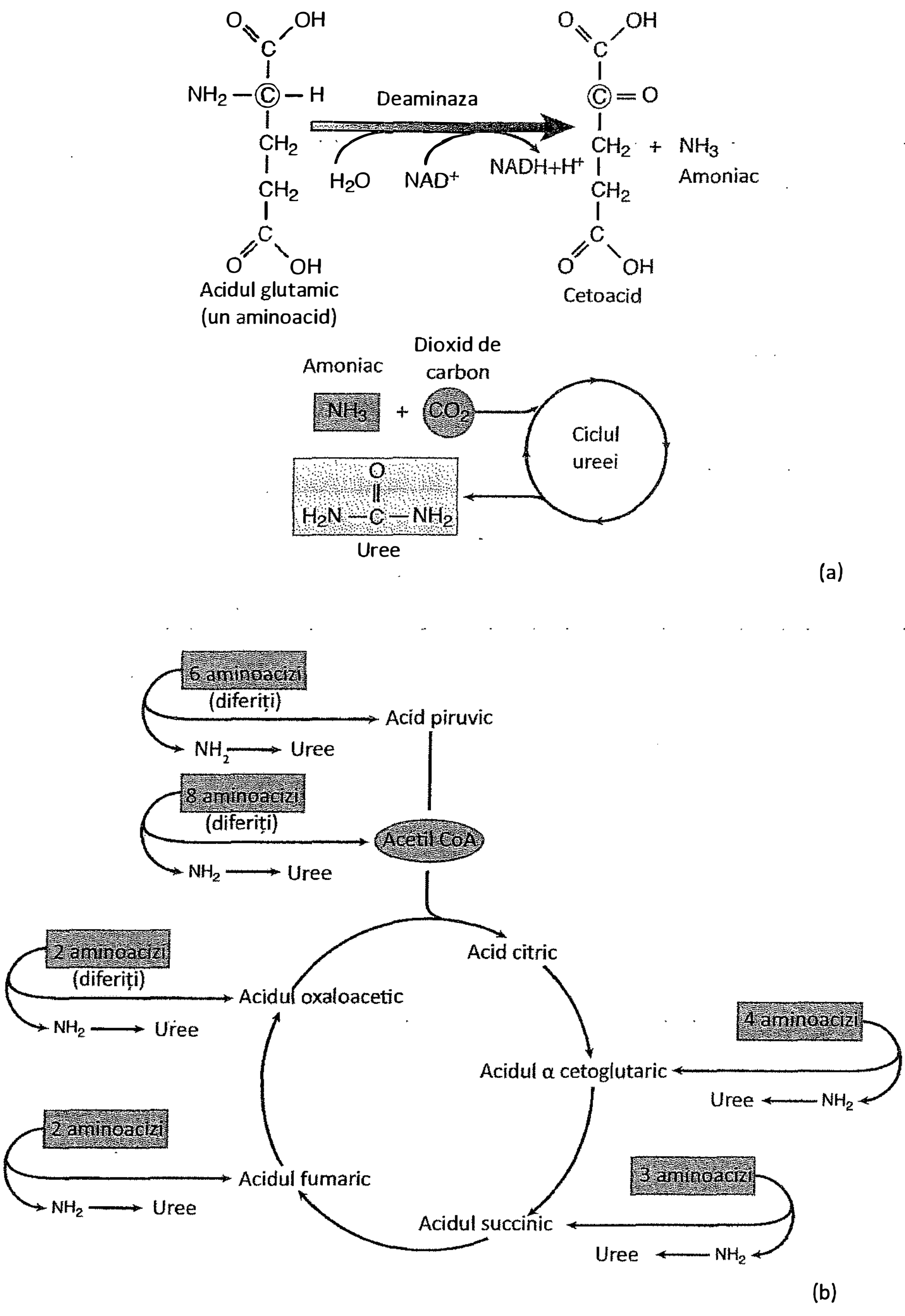


FIGURA 19.10 Secvențe ale metabolismului proteic. (a) Pentru a putea fi utilizate în metabolismul energetic, proteinele sunt mai întâi degradate la aminoacizi. Anumiți aminoacizi sunt apoi convertiți de către enzima dezaminază, în procesul de dezaminare, la un cetoacid care poate fi folosit în glicoliză sau în ciclul Kerbs. Molecula restantă de amoniac este metabolizată în ciclul ornitinei pentru a forma produsul rezidual ureea. (b) Șase aminoacizi diferiți sunt transformați direct sau indirect în acid piruvic, alți opt aminoacizi sunt convertiți la acetil-CoA prin dezaminare, alți doi sunt transformați în acid oxaloacetic, etc. Din fiecare conversie rezultă uree.

STĂRI METABOLICE

Organismul uman se poate afla în două stări metabolice diferite. După consumul unui prânz, organismul este în **stare de absorbție (postprandială)**, când substanțele nutritive sunt absorbite din tractul gastrointestinal în circulația sanguină. Când aceste procese de absorbție s-au încheiat, organismul intră în **stare postabsorbtivă (de post)** (Figura 19.11). În această fază, necesitățile organismului sunt acoperite doar din substanțele prezente în corp.

În starea de absorbție, nivelul de insulină este ridicat, organismul transportă moleculele de glucoză în celule şi le utilizează ca sursă principală de energie. Organismul depozitează excesul de glucide ca şi lipide şi glicogen. Ficatul converteşte excesul de glucide în grăsime sau glicogen, şi eliberează cea mai mare parte a lipidelor în circulația sanguină pentru a fi transportată la celulele țesutului adipos. De asemenea, organismul foloseşte aminoacizi pentru sinteza proteinelor şi stochează excesul de aminoacizi tot sub formă de lipide, în timp ce o parte din exces îl transformă în glucide.

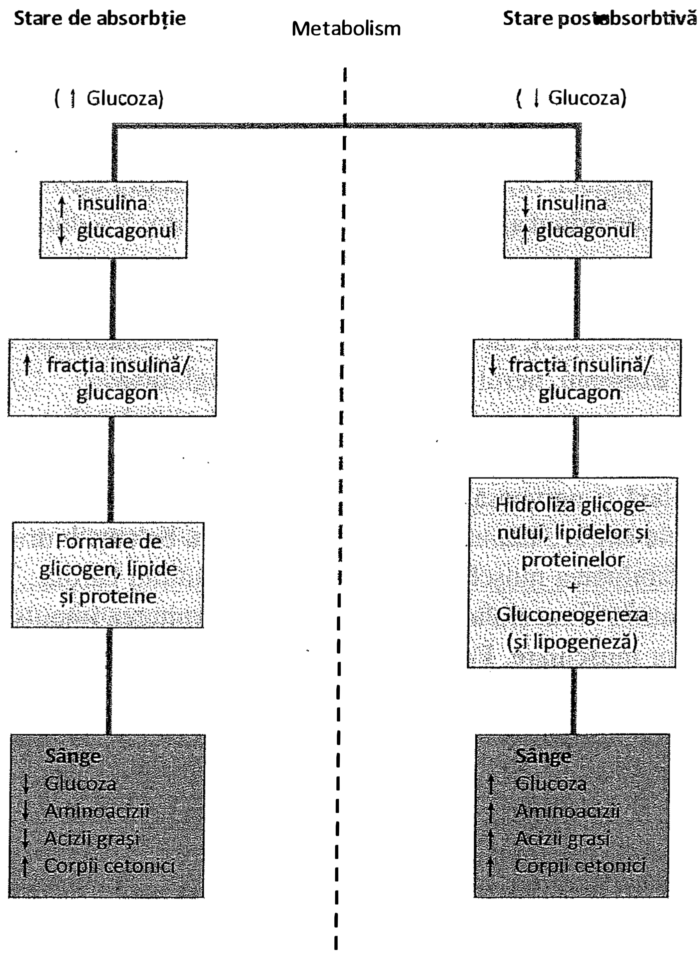


FIGURA 19.11 O comparație a nivelului de nutrienți din sânge în timpul stării de absorbție (postprandiale) şi a stării postabsorbtive (de post).

În timpul stării postabsorbtive, nivelul glucagonului este ridicat şi organismul menţine nivelul glucozei sanguine în homeostazie. Sursele de glucoză sunt suplimentate, prin căi metabolice care implică degradarea lipidelor şi a glicogenului în ficat. Catabolismul lipidelor şi al aminoacizilor aduce, de asemenea, aport de compuşi energetici. În perioadele de post prelungit, organismul foloseşte în scop energetic proteinele musculare care nu sunt esenţiale pentru funcţionarea celulară.

În cursul acestei stări, aproape toate ţesuturile şi organele depind în primul rând de lipide ca sursă de energie. Acest lucru economiseşte glucoza, pentru ca ea să fie folosită cu predilecţie de către sistemul nervos, care în mod normal utilizează glucoza ca principală sursă de energie. Ficatul foloseşte, de asemenea, acizi graşi, economisind astfel aminoacizii săi pentru a-i folosi în sinteza glucozei. Ca rezultat al acestor adaptări, o persoană poate supravieţui fără aport alimentar multe zile, în condiţiile unei hidratări corespunzătoare.

ALTE ASPECTE ALE METABOLISMULUI

Conceptul vast al metabolismului include utilizarea de către organism a vitaminelor şi a mineralelor, precum şi mecanismul prin care este reglată temperatura corporală.

METABOLISMUL MINERALELOR

Pe lângă compuşii organici, organismul are nevoie şi de câteva elemente anorganice cunoscute sub numele de **minerale**. Ele constituie aproximativ 5% din greutatea corporală şi pot avea funcţii importante cum sunt reglarea diferitelor procese în organism, precum şi rolul de a asista activitatea unor enzime. Mineralele menţin, de asemenea, presiunea osmotică a fluidelor corpului; ele sunt frecvent regăsite în combinaţie cu compuşi organici, cum este, de exemplu, fierul în molecula de hemoglobină.

Calciul este important pentru formarea dinţilor şi a oaselor. Este cel mai des întâlnit element mineral din organism şi este necesar pentru coagularea sângelui şi pentru activitatea musculară şi nervoasă normală. **Sodiul** este cel mai des întâlnit ion pozitiv (cation) din fluidele extracelulare. Este important pentru balanţa hidrică a organismului şi are rol în excitabilitatea muşchilor, nervilor şi a ţesutului cardiac. **Potasiul** este cel mai des întâlnit cation intracelular şi influenţează transmiterea impulsurilor nervoase şi contracţia celulelor musculare. **Fosforul** este folosit în formarea oaselor şi a dinţilor şi ca un component al ATP-ului şi acizilor nucleici.

Alte minerale, ca **magneziul** sunt folosite pentru funcţia nervilor şi a celulelor musculare şi în formarea osului. El este, de asemenea, component al multor enzime. **Fierul** este un component al mioglobinei, al hemoglobinei şi al citocromilor folosiţi în transportul electronilor. **Iodul** este folosit de glanda tiroidă pentru producţia tiroxinei şi a altor hormoni implicaţi în controlul metabolic. **Sulful** face parte din structura anumitor aminoacizi şi este găsit în diverse vitamine precum şi în citocromi. **Cuprul** este utilizat în producţia hemoglobinei şi a pigmentului melanină. **Zincul** este constituentul mai multor enzime şi este esenţial pentru creşterea normală. **Manganul** participă la formarea ureei în ciclul ureei şi este un activator enzimatic. **Cobaltul** este un component al vitaminei B_{12} şi are rol în procesul maturării eritrocitelor.

METABOLISMUL VITAMINELOR

Pe lângă glucide, lipide, proteine şi minerale, organismul necesită şi cantităţi minime de alţi nutrienţi cunoscuţi sub numele de vitamine. **Vitaminele** acţionează, de obicei, ca şi coenzime şi participă astfel în numeroase procese fiziologice. Ele nu pot fi sintetizate de către organism şi trebuie să fie obţinute din surse externe, precum alimentele; ele constituie o componentă *vitală* a dietei.

Vitaminele sunt împărţite în două mari grupe: vitamine hidrosolubile şi vitamine liposolubile. **Vitaminele hidrosolubile** sunt absorbite împreună cu apa din tractul gastrointestinal, în timp ce **vitaminele liposolubile** sunt absorbite odată cu lipidele din alimente. Organismul depozitează cantităţi minime de vitamine hidrosolubile, dar stochează cantităţi mari de vitamine liposolubile, în special vitamina A şi D în ficat.

Dintre vitaminele hidrosolubile face parte **vitamina B_1**, cunoscută cu numele de **tiamină** (Tabelul 19.3). Această vitamină este o coenzimă importantă în metabolismul glucidelor şi este folosită la sinteza acetilcolinei pentru funcţia nervoasă. Deficienţa ei produce boala **beri-beri**, caracterizată prin tulburări digestive, slăbiciune şi atrofie musculară, şi unele paralizii.

TABELUL 19.3 VITAMINELE HIDROSOLUBILE ŞI ROLUL LOR

Vitamina	Rolul metabolic	Simptomele deficienţei
Tiamina (B_1)	Coenzimă în metabolismul glucidelor	Beri-beri, inapetenţă, slăbiciune musculară
Riboflavina (B_2)	Componentă a FAD, coenzimă în respiraţia celulară şi metabolismul proteinelor	Inflamaţie, descuamarea pielii
Piridoxina (B_6)	Coenzimă în metabolismul aminoacizilor şi lipidelor	Anemie, tulburări nervoase
Ciancobalamina (B_{12})	Coenzimă în formarea eritrocitelor şi a acizilor nucleici	Anemie pernicioasă
Niacina (B_3)	Componentă a NAD^+, coenzimă în metabolismul energetic	Pelagra, fatigabilitate
Acidul ascorbic (C)	Participă la sinteza colagenului în ţesutul conjunctiv	Scorbut, anemie, vindecare lentă a rănilor
Acidul pantotenic	Componentă a coenzimei A, folosit în metabolismul glucidelor şi lipidelor	Similar altor vitamine B
Biotina	Coenzimă în reacţia de carboxilare (adiţie de grupări carboxil)	Rare; sunt necesare cantităţi mici
Acidul folic	Coenzimă în formarea nucleotidelor şi a hemoglobinei	Unele tipuri de anemie

Vitamina B_2 este o coenzimă folosită în metabolismul glucidelor şi a proteinelor. Este cunoscută şi sub numele de **riboflavină**. Este utilizată în sinteza coenzimei FAD, iar deficienţa ei produce inflamaţia pielii. Altă vitamină hidrosolubilă, **vitamina B_3**, **niacina**, este utilizată la formarea coenzimei NAD^+. Vitamina este cunoscută şi sub numele de **nicotinamidă**. Deficienţa ei duce la **pelagră**, caracterizată prin slăbiciune musculară, diaree şi tulburări mentale. **Vitamina B_6**, cunoscută ca **piridoxină**, este utilizată ca şi

coenzimă în metabolismul aminoacizilor şi lipidelor. Deficienţa ei poate duce la anemie, probleme nervoase, dermatită şi tulburări gastrointestinale. **Vitamina B_{12}**, cunoscută ca şi **ciancobalamină**, este necesară pentru maturarea eritrocitelor şi pentru utilizarea unor aminoacizi. Deficienţa ei duce la **anemie pernicioasă**.

Acidul pantotenic este o vitamină ce serveşte ca şi componentă esenţială a moleculei de coenzimă A. El este implicat în intrarea acidului piruvic în ciclul Krebs. Deficienţa lui duce la slăbiciune musculară, spasme şi degenerescenţă neuro-musculară. **Acidul folic** participă la sinteza acizilor nucleici şi a hemoglobinei, împreună cu alte enzime implicate în aceste procese. Intervine, de asemenea, în formarea eritrocitelor şi a leucocitelor, iar deficienţa lui poate duce la anemie. **Biotina** este folosită ca şi coenzimă pentru ataşarea grupărilor organice în timpul sintezei acizilor graşi şi pentru metabolismul acizilor nucleici. **Vitamina C**, cunoscută ca **acid ascorbic**, este implicată în metabolismul proteinelor şi este necesară pentru sinteza colagenului în timpul formării ţesutului conjunctiv. Deficienţa ei duce la **scorbut**, alterarea formării ţesutului conjunctiv, întârzierea vindecării rănilor şi chiar la fracturi osoase.

Vitaminele liposolubile includ **vitamina A**, cunoscută sub numele de retinol. Ea este utilizată în formarea pigmentului vizual rodopsină. Deficitul de vitamină A duce la alterarea vederii în lumină slabă sau nictalopie. Este folosită, de asemenea, la creşterea osoasă şi a dinţilor şi la întreţinerea celulelor epiteliale. **Vitamina D** (calciferolul) este o altă vitamină liposolubilă. Este folosită în absorbţia calciului şi a fosforului din tractul gastrointestinal. La copii, deficienţa vitaminei D conduce la sinteză osoasă deficitară, afecțiune cunoscută sub denumirea de **rahitism. Vitamina E**, sau tocoferolul, este folosită la formarea eritrocitelor, deficienţa ei putând duce la anemie, însoţită de liză eritrocitară. **Vitamina K** este folosită de organism ca şi coenzimă şi este necesară pentru sinteza protrombinei în ficat (Tabelul 19.4). Deficienţa acestei vitamine duce la probleme de coagulare şi sângerare excesivă. Bacteriile găsite în mod normal în partea terminală a tractului gastrointestinal sintetizează această vitamină.

TABELUL 19.4 VITAMINELE LIPOSOLUBILE ŞI ROLUL LOR

Vitamina	Rolul fiziologic	Simptomele deficienței
A (Retinol)	Contribuie la refacerea pigmenților vizuali de la nivelul ochilor	Nictalopie, uscăciunea mucoaselor corpului
D (Calciferol)	Absorbția calciului și fosforului; formarea oaselor și a dinților	Rahitism, în special la copii
E (Tocoferol)	Protejează celulele sanguine de liză	Liza celulelor roșii sanguine, anemie
K	Folosită în sinteza protrombinei, necesară în coagulare	Sângerare excesivă, mai ales la nou-născuți; coagulare deficitară

RATA METABOLICĂ

Rata metabolică reprezintă măsurarea energiei cheltuite de organism într-o perioadă de timp. Rata metabolică se măsoară în general când organismul este în repaus şi nemâncat. În aceste condiţii, nu se stochează energie şi singura activitate efectuată de organism este activitatea internă. Consumul energetic al organismului este proporţional cu căldura produsă de organism.

Producţia de căldură a corpului poate fi măsurată direct sau indirect. Pentru măsurarea directă se foloseşte un dispozitiv numit **calorimetru**. Acest dispozitiv constă într-o cameră izolată în care este plasat subiectul. Căldura produsă de subiect încălzeşte aerul din cameră şi se va măsura rata creşterii temperaturii. Metoda indirectă de măsurare a producţiei de căldură de către corp constă în măsurarea ratei consumului de oxigen de către organism.

În scopuri comparative, ratele metabolice se măsoară adesea în condiţii postabsorbtive (de post), în condiţii standard concepute pentru a elimina cele mai multe variabile. În aceste condiţii, **rata metabolismului bazal (RMB)** este consumul de energie pe unitate de timp şi pe kilogram corp în condiţii bazale. RMB reprezintă energia minimă necesară pentru respiraţie, circulaţie, digestie şi alte activităţi ale corpului în stare de veghe. RMB este influenţată de hormoni (de exemplu hormonii tiroidieni care cresc metabolismul celular), de dimensiunea şi suprafaţa corporală (dimensiune corporală mai mare - RMB scăzută), vârstă (RMB crescută în copilărie), sex (bărbaţii au o RMB uşor mai crescută decât femeile) şi de temperatura corporală (RMB crescută în caz de temperatură crescută).

După ingerarea unui prânz tipic, metabolismul creşte cu 10-20 de procente. Această accelerare a metabolismului se numeşte **efect termic al alimentelor**. Efectul proteinelor este mai mare decât al glucidelor sau lipidelor, de aceea un prânz bogat proteic creşte uşor rata metabolică datorită procesării ceva mai intense a acestor nutrienţi de către organism.

Când valoarea energetică a alimentelor ingerate este egală cu energia cheltuită în decursul activităţii organismului, greutatea corporală rămâne constantă. Valoarea energetică a alimentelor se măsoară în kilocalorii/gram. O kilocalorie este cantitatea de căldură necesară pentru a creşte temperatura unui gram de apă cu 1^0C.

REGLAREA TEMPERATURII CORPORALE

Corpul uman produce propria cantitate de căldură şi îşi menţine constantă temperatura. Temperatura normală, măsurată matinal în condiţii standard în cavitatea orală, este de aproximativ 36,7°C sau 98,6°F. Poate varia în funcţie de activitatea persoanei, perioada din zi şi locaţia unde se măsoară temperatura.

Temperatura corporală este rezultatul producerii de căldură în decursul metabolismului şi al pierderii de căldură. Câteva mecanisme contribuie la pierderea de căldură a corpului înspre mediul înconjurător. Unul din acestea este **radiaţia**, un proces prin care căldura este pierdută sub forma radiaţiilor infraroşii. Un alt mecanism este **evaporarea** din timpul transpiraţiei şi perspiraţiei. Un al treilea mecanism, **conducţia**, este procesul prin care energia este transferată de la atom la atom în urma contactului direct dintre două obiecte. Acest transfer apare între suprafaţa corpului uman şi diferite obiecte din mediul înconjurător, cum ar fi aerul sau apa. Al patrulea mecanism, **convecţia**, apare când moleculele de aer ating corpul şi primesc căldura prin conducţie. Apoi, aceste molecule sunt îndepărtate şi sunt înlocuite de alte molecule care la rândul lor primesc căldură de la suprafaţa corpului. Procesul aduce constant alte molecule de aer sau apă în contact cu corpul. Curenţii de aer, cum este vântul, accentuează acest proces.

Reglarea temperaturii corporale depinde în mare parte de activitatea centrului termoreglator din **hipotalamus**. Neuronii din hipotalamus funcţionează ca un termostat. Când temperatura corpului scade sub o anumită valoare setată (ce reprezintă temperatura normală), centrul hipotalamic transmite impulsuri pentru conservarea căldurii în corp, iar când temperatura în organism se ridică peste valoarea setată, centrul trimite impulsuri pentru a facilita pierderile de căldură.

Stimulii aferenţi către centrul hipotalamic sunt generați de receptorii de temperatură din piele şi unele mucoase. Aceştia sunt numiţi **receptorii termici periferici**. Alţi receptori din hipotalamus numiţi **receptorii termici centrali** detectează, de asemenea, modificări ale temperaturii sângelui. Receptori termici centrali se găsesc şi în măduva spinării, organele abdominale şi alte structuri interne.

Febra este o creştere a temperaturii corporale peste nivelul normal, rezultat al unui stress fiziologic, cum este reacţia alergică sau inflamaţia. Substanţele numite **pirogene** acţionează asupra hipotalamusului şi setează termostatul la temperaturi mai înalte. Tremurăturile, vasoconstricţia şi frisoanele reflectă încercarea organismului de a atinge acele temperaturi înalte prin conservarea căldurii. Când substanțele pirogene nu îşi mai exercită efectul, febra dispare, transpiraţia şi vasodilataţia produc pierdere de căldură şi temperatura corpului revine la nivelul normal.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Când o celulă are nevoie de energie, ea utilizează ca sursă imediată de energie o moleculă numită ________________.
2. NAD^+ şi FAD sunt substanţe organice care acţionează împreună cu enzimele şi sunt cunoscute ca şi ________________.
3. Citocromii şi coenzimele lucrează împreună pentru a transfera electroni, într-un sistem cunoscut ca ________________.
4. Producţia de ATP are loc în cursul unui proces în care protonii sunt transportați transmembranar, într-o structură celulară numită ________________.
5. Principala glucidă folosită de organism ca sursă de energie este ________________.
6. În procesul de respirație celulară, unul din produşii reziduali este gazul numit ________________.
7. În cursul respiraţiei celulare, gazul folosit ca acceptor de electroni este ________________.

8. În procesul de glicoliză, glucoza este scindată în două molecule de _________________.

9. Pentru realizarea glicolizei, energia necesară trebuie furnizată de molecula de _________________.

10. Deoarece glicoliza nu necesită oxigen, este considerată a fi un proces _________________.

11. Câştigul net, ce rezultă din glicoliză, este de _________________ molecule de ATP.

12. La nivelul fibrei musculare în activitate, în condițiile unui aport insuficient de oxigen, acidul piruvic rezultat din glicoliză poate fi convertit în _________________.

13. Enzimele necesare reacţiilor din ciclul Krebs se află în compartimentul intern al mitocondriei, cunoscut ca _________________.

14. Transportul electronilor se desfăşoară în pliurile membranei interne mitocondriale, numite _________________.

15. Un acid important cu 6 atomi de carbon format în prima fază a ciclului Krebs este _________________.

16. În timpul ciclului Krebs, un număr de reacţii au drept consecinţă transformarea NAD^+ în _________________.

17. Din fiecare atom de carbon care intră în ciclul Krebs, se formează o moleculă de _________________.

18. Ultimul compus chimic format în ciclul Krebs, care este şi primul din ciclul următor este _________________.

19. După ce un atom de oxigen acceptă electroni în cursul procesului de transport al electronilor, el dobândeşte doi protoni şi formează o moleculă de _________________.

20. Energia eliberată din transportul electronilor este folosită la pomparea protonilor prin membranele mitocondriale în procesul de _________________.

21. Hormonul care stimulează preluarea glucozei de celulele organismului este _________________.

22. Când în organism apare un exces de glucoză, acesta poate fi stocat în ficat sub formă de _________________.

23. Când nivelul glucozei este scăzut în sânge, organismul degradează glicogenul şi eliberează glucoza printr-un proces numit _________________.

24. O cantitate mică de colesterol, provenit direct din dietă, este transportat în fluxul sanguin sub formă de lipoproteine cunoscute ca _________________.

25. O incidenţă crescută a bolii coronariene este asociată cu concentraţii plasmatice crescute ale lipoproteinelor ce conţin aproape 50% colesterol şi sunt cunoscute ca __________________.

26. În cursul degradării lipidelor, acizii graşi sunt convertiţi în molecule cu 2 atomi de carbon numite __________________.

27. În metabolismul lipidelor, glicerolul din trigliceride poate fi utilizat ca sursă de energie după ce a fost convertit în __________________.

28. Procesul de catabolizare a lipidelor duce la condensarea moleculelor de acetil-CoA pentru a se produce acid acetoacetic care este apoi convertit în molecule numite __________________.

29. Dintre acizii graşi nesaturaţi ce nu pot fi sintetizaţi de organism fac parte: acidul linolenic, acidul linoleic şi __________________.

30. Când dieta conţine o cantitate mare de glucide, glucoza este transformată în lipide prin procesul de __________________.

31. În procesul dezaminării, aminoacizii sunt transformaţi în compuşi care pot fi folosiţi pentru a furniza __________________.

32. Un produs important al metabolismului aminoacizilor este un reziduu eliminat de către rinichi, numit __________________.

33. Aminoacizii esenţiali se obţin din __________________.

34. Proteina care conţine toţi aminoacizii esenţiali este cunoscută ca __________________.

35. Organismul foloseşte glucide ca sursă principală de energie şi aminoacizi pentru sinteza proteinelor, şi depozitează lipidele sub formă de ţesut adipos în cursul stării metabolice cunoscută ca __________________.

36. Ţesuturile corpului depind în primul rând de lipide ca sursă de energie, iar glicogenul este folosit ca sursă de energie în cursul stării cunoscută ca __________________.

37. Mineralul necesar pentru coagularea sângelui şi activitatea normală a muşchilor şi nervilor, precum şi pentru formarea oaselor şi dinţilor este __________________.

38. Mineralul, care este parte componentă a moleculei de hemoglobină şi a citocromilor folosiţi în transportul electronilor, este __________________.

39. Cel mai abundent ion din lichidul extracelular, încărcat pozitiv şi folosit în menţinerea balanţei hidrice a organismului şi în conducerea impulsurilor nervoase este __________________.

40. Boala beri-beri este consecinţa deficitului de vitamina B_1, cunoscută şi sub numele de __________________.

41. Vitamina folosită în sinteza FAD este vitamina B_2, numită şi ________________.

42. Un deficit al vitaminei B_{12} duce la o boală a sângelui numită ________________.

43. Vitamina care stimulează metabolismul proteinelor şi depunerea de colagen în cursul formării ţesutului conjunctiv este acidul ascorbic, numit şi ________________.

44. Vitamina D, liposolubilă, stimulează absorbţia fosforului şi a calciului din ________________.

45. Consumul de energie al corpului, în unitatea de timp şi în condiţii bazale este ________________.

46. După ingerarea unui prânz tipic, metabolismul se accelerează prin procesul numit ________________.

47. Căldura se pierde din organism în cursul transpiraţiei şi expiraţiei în procesul de ________________.

48. Reglarea temperaturii corporale se face prin activitatea centrului termoreglator aflat într-o structură a encefalului numită ________________.

49. Moleculele de aer şi apă preiau căldura din corp prin conducţie şi apoi sunt îndepărtate pentru a fi înlocuite de alte molecule în procesul de ________________.

50. Acele substanţe care cresc temperatura normală a corpului şi produc febră se numesc ________________.

SECŢIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii:*

1. Când organismul foloseşte ATP ca sursă de energie, molecula de ATP îşi eliberează energia şi se descompune în
   A. adenină şi fosfor
   B. adenozin-difosfat şi un ion fosfat
   C. fosfor şi adenozin-monofosfat
   D. fosfor şi molecule de adenină

2. Funcţia coenzimelor în metabolismul celular este de a
   A. accepta electroni şi a-i transmite altor molecule
   B. servi ca şi surse de energie
   C. participa în reacţiile chemiosmozei
   D. înlocui citocromii

3. Următoarele afirmaţii referitoare la procesul de glicoliză sunt adevărate, *cu excepţia*
   A. glucoza este degradată la acid piruvic
   B. ATP trebuie să fie furnizat procesului
   C. există un câştig net de două molecule de ATP
   D. acidul citric este un component important al procesului

4. Glicoliza este considerată un proces anaerob pentru că
   A. oxigenul nu este implicat în proces
   B. nu se eliberează energie în decursul procesului
   C. nu se produce acid piruvic în decursul procesului
   D. nu se folosesc enzime în decursul procesului

5. Înainte de a intra în ciclul Krebs, compusul acid piruvic este transformat în
   A. acid citric
   B. acid oxaloacetic
   C. acetil-CoA
   D. NAD^+

6. În interiorul celulei, reacţiile chimice din ciclul Krebs se desfăşoară în
   A. lizozomi
   B. corpi Golgi
   C. reticulul endoplasmic
   D. mitocondrii

7. Toate reacţiile ciclului Krebs sunt
   A. catalizate de către enzime
   B. desfăşurate în citoplasmă
   C. dependente de un aport de ATP
   D. realizate în lizozomi

8. În ciclul Krebs, atomii de carbon proveniți din moleculele de glucoză sunt eliberaţi sub formă de
   A. molecule de glicogen
   B. molecule de dioxid de carbon
   C. molecule de FAD
   D. electroni

9. În reacţiile ciclului Krebs, electronii sunt acceptaţi pentru transfer de către
   A. protoni şi neutroni
   B. NAD^+ şi FAD
   C. ATP şi ADP
   D. MNF şi MNG

10. Atomii de oxigen servesc în procesul respiraţiei celulare ca
    A. producători de dioxid de carbon
    B. coenzime şi cofactori
    C. surse de molecule de NAD^+
    D. acceptori finali de electroni

11. Prin ciclul Krebs, dintr-o moleculă de glucoză se obține suficientă energie pentru a sintetiza
    A. 34 molecule de ATP
    B. 10 molecule de apă
    C. 29 molecule de NAD^+
    D. 15 molecule de glucoză

12. În procesul gluconeogenezei
    A. molecule de glucoză sunt formate din aminoacizi
    B. molecule de glicogen sunt formate din glucoză
    C. moleculele de glicogen sunt scindate pentru a elibera glucoză
    D. moleculele de glicogen sunt scindate şi se sintetizează grăsimi

13. Hormonul insulină este esenţial pentru metabolismul adecvat al
    A. colesterolului în celulă
    B. lipidelor în ficat
    C. glucozei în celulele din ţesuturi
    D. ionilor de sodiu şi potasiu în celulele nervoase

14. O concentraţie crescută de lipoproteine cu densitate mare (HDL) este asociată cu o
    A. incidenţă ridicată a bolilor cardiace
    B. rată înaltă a transferului impulsului nervos
    C. incidenţă mică a bolilor coronariene
    D. rată scăzută a transferului impulsului nervos

15. Acizii graşi intră în ciclul Krebs ca şi molecule de
    A. acid glutamic
    B. acetil-CoA
    C. acid acetoacetic
    D. uree

16. Un nivel crescut de corpi cetonici în fluxul sanguin reflectă o rată înaltă a
    A. glicogenolizei
    B. catabolismului lipidelor
    C. utilizării aminoacizilor
    D. absorbţiei mineralelor

17. Hormonii: epinefrina, hormonul de creştere, glucagonul şi insulina, au cu toţii efect în
    A. metabolismul lipidelor
    B. transportul vitaminei A
    C. producţia de apă în ciclul Krebs
    D. absorbţia sodiului în rinichi

18. Pentru a fi utilizat în metabolismul energetic, un aminoacid trebuie să fie modificat prin
    A. adăugarea unei grupări acid suplimentare
    B. adăugarea unui atom de calciu suplimentar
    C. îndepărtarea unui grup amino
    D. îndepărtarea porţiunii de coenzimă din el

19. Aminoacizii neesenţiali sunt aceia care
    A. sunt absorbiţi din intestin
    B. sunt sintetizaţi din molecule de glucoză
    C. sunt produşi ai metabolismului lipidelor
    D. pot fi sintetizaţi în organism

20. În timpul stării de absorbție au loc următoarele procese, *cu excepţia*
    A. organismul foloseşte aminoacizi pentru sinteza proteinelor
    B. majoritatea grăsimilor sunt depozitate ca ţesut adipos
    C. glucidele sunt folosite ca principală sursă de energie
    D. glicogenul este folosit pentru necesităţile energetice ale organismului

21. Atât calciul şi cât şi fosforul sunt folosiți pentru
    A. a ajuta transmiterea impulsului nervos
    B. formarea dinţilor şi a oaselor
    C. menţinerea balanţei hidrice a organismului
    D. sinteza hemoglobinei

22. Aportul de iod prin dietă este important, acesta fiind folosit de
    A. pancreas
    B. celule sanguine ce conţin hemoglobină
    C. celule care sintetizează anumiţi aminoacizi
    D. glanda tiroidă

23. Următoarele afirmații referitoare la vitamine sunt adevărate, *cu excepţia*
    A. multe vitamine îndeplinesc funcţia de coenzime
    B. vitaminele liposolubile includ vitaminele A şi D
    C. deficienţa niacinei duce la boala beri-beri
    D. acidul folic participă la sinteza acizilor nucleici

24. Cantitatea minimă de energie necesară pentru desfăşurarea respiraţiei, circulaţiei, digestiei şi altor activităţi ale corpului în stare de veghe reprezintă
    A. rata metabolismului bazal
    B. statusul postabsorbtiv
    C. activitatea dinamică specifică
    D. limita inferioară a metabolismului

25. Radiaţia, evaporarea şi convecţia participă la controlul
    A. ciclului Krebs
    B. necesităţilor minerale ale organismului
    C. temperaturii corporale
    D. metabolismului vitaminelor în corp

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmația dacă este adevărată. Dacă este falsă, schimbaţi cuvântul <u>subliniat</u> pentru a o face corectă.*

1. În reacţiile celulare ale metabolismului, fiecare reacţie de oxidare este însoțită de una de <u>reducere.</u>

2. Un mol de adenozintrifosfat poate fi descompus cu eliberarea a <u>38 calorii</u> de energie.

3. Funcţia citocromilor în metabolismul celular este de accepta şi de a ceda <u>protoni</u> în timpul transferului de energie între molecule.

4. Produsul rezidual gazos al respirației celulare este oxigenul.

5. În procesul de glicoliză, o moleculă de glucoză este metabolizată printr-o serie de reacții enzimatice și rezultă două molecule de acid acetic.

6. Glicoliza are loc în mitocondriile celulelor umane.

7. Un alt nume al ciclului Krebs este ciclul acidului citric, pentru că în timpul procesului se formează acid citric.

8. Cele 6 molecule de dioxid de carbon rezultate prin respirația celulară conțin cei 6 atomi de carbon ai glucozei care inițial a început procesul.

9. Energia utilizată pentru a sintetiza molecule de ATP, este energia eliberată de mișcarea protonilor în procesul de glicoliză.

10. În timpul procesului de glicogenoliză, moleculele de glucoză sunt legate una de alta pentru a fi stocate în ficat.

11. Picăturile microscopice de grăsimi alimentare care intră în capilarele limfatice și în circulația generală se numesc chilomicroni.

12. Un nivel ridicat de lipoproteine cu densitate mare arată că o cantitate mare de colesterol este transportată în sânge, iar acest lucru este asociat cu o incidență mare a bolii coronariene.

13. În timpul degradării lipidelor, glicerolul din moleculele de lipide este convertit la acetil-CoA, pentru a intra apoi în ciclul Krebs.

14. Când catabolismul lipidelor este accelerat, organismul formează un număr mare de corpi aldehidici, care se acumulează în fluxul sanguin.

15. Dintre acizii grași nesaturați care nu pot fi sintetizați de organism fac parte acidul linoleic, linolenic și arahidonic.

16. În procesul de dezaminare, grupările amino ale aminoacizilor sunt îndepărtate și folosite pentru a forma molecule de glucoză, care sunt apoi metabolizate pentru a forma uree.

17. Proteinele animale sunt în general considerate proteine incomplete pentru că le lipsesc câțiva aminoacizi esențiali.

18. În timpul stării postabsorbtive, organismul utilizează aminoacizi pentru metabolismul energetic și depozitează excesul sub formă de lipide (grăsimi).

19. În timpul fazei postabsorbtive, aproape toate țesuturile și organele depind în primul rând de proteine ca sursă de energie.

20. Fierul este necesar organismului pentru formarea hemoglobinei și pentru sinteza citocromilor folosiți în transportul electronilor.

21. Vitamina riboflavină este esențială în dietă pentru că este folosită la formarea NAD^+.

22. Sinteza protrombinei în ficat necesită prezenţa vitaminei E.
23. Un dispozitiv numit sfigmomanometru este folosit pentru determinarea ratei metabolismului bazal al unui individ.
24. O cantitate mare de căldură este produsă în organism în timpul descompunerii alimentelor şi în timpul activităţii celulelor epiteliale.
25. Centrul major de reglare a temperaturii corporale este o parte componentă a encefalului, cunoscută sub numele de hipotalamus.

SECŢIUNEA D - Studiu de caz

Fred este obez şi doreşte să slăbească. Timp de cinci zile a consumat o dietă săracă în glucide (carbohidraţi), apoi şi-a vizitat părinţii. Mama lui Fred a simţit un miros ciudat al respiraţiei lui Fred, asemănător cu diluantul ei pentru lacul de unghii. Era sigură că fiul ei foloseşte droguri. Ce ar trebui sa-i explice Fred mamei lui în legătură cu noul miros al respiraţiei lui? Credeţi că Fred a pierdut în greutate?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A – Completare

1. adenozin trifosfat (ATP)
2. coenzime
3. lanţul transportor de electroni
4. mitocondrie
5. glucoza
6. dioxid de carbon
7. oxigenul
8. acid piruvic
9. ATP
10. anaerob
11. două
12. acid lactic
13. matrice
14. criste
15. acidul citric
16. NADH
17. dioxid de carbon
18. acidul oxaloacetic
19. apă
20. chemiosmoză
21. insulina
22. glicogen
23. glicogenoliză
24. lipoproteine cu densitate foarte mică (VLDL)
25. lipoproteine cu densitate mică (LDL)
26. acetil-CoA
27. DHAP
28. corpi cetonici
29. acidul arahidonic
30. lipogeneză
31. energie
32. uree
33. dietă
34. proteină completă
35. stare de absorbţie
36. stare postabsorbtivă
37. calciul
38. fierul
39. sodiul
40. tiamină
41. riboflavină

42. anemie pernicioasă
43. vitamina C
44. tractul gastrointestinal
45. rata metabolismului bazal
46. efect termic al alimentelor
47. evaporare
48. hipotalamus
49. convecție
50. pirogene

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere:

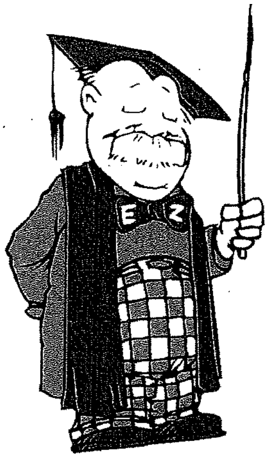
1. B
2. A
3. D
4. A
5. C
6. D
7. A
8. B
9. B
10. D
11. A
12. A
13. C
14. C
15. B
16. B
17. A
18. C
19. D
20. D
21. B
22. D
23. C
24. A
25. C

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. A
2. 7,3 kilocalorii
3. electroni
4. dioxidul de carbon
5. piruvic
6. citoplasma
7. A
8. A
9. chemiosmoză
10. glicogenogeneză
11. A
12. mică
13. acidul gras
14. cetonici
15. A
16. amoniac
17. vegetale
18. sinteza proteinelor
19. lipide (grăsimi)
20. A
21. FAD
22. K
23. calorimetru
24. mușchilor
25. A

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Fred este în cetoacidoză datorită arderii lipidelor (grăsimilor) pentru generare de energie. Corpii cetonici generează mirosul de acetonă din respirație. Da, pierde în greutate, ca dovadă că arde atât de multe lipide încât este în cetoacidoză.



20

Sistemul urinar

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă sintetic sistemul urinar şi formarea urinei şi a altor excreții. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- descrieți rinichii, nefronii şi formarea urinei;
- explicați filtrarea glomerulară;
- prezentați sintetic reabsorbția tubulară;
- explicați modul în care mecanismul contracurent reglează concentrația şi volumul urinei;
- descrieți procesele secreției tubulare şi sediul principal al secreției;
- identificați efectele hormonilor asupra compoziției urinei;
- identificați caracteristicile urinei;
- identificați proprietățile ureterelor, ale vezicii urinare şi ale uretrei, inclusiv diferențele între sexe;
- prezentați pe scurt alte organe excretorii;
- aplicați cunoştințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Rinichii şi formarea urinei
- Compoziția urinei
- Ureterele, vezica urinară şi uretra
- Alte organe excretorii
- Întrebări recapitulative

Funcţia primară a sistemului urinar este de a regla compoziţia şi concentraţia lichidelor extracelulare, ce înconjoară celulele. Aceste lichide, cunoscute sub denumirea de **lichid interstiţial**, sunt plasma şi fluidele tisulare. Sistemul urinar îşi realizează funcţia prin formarea urinei din plasma sanguină, la nivelul rinichiului şi a altor organe asociate.

În procesul formării urinei, rinichii îndeplinesc numeroase funcţii: reglează volumul plasmei sanguine şi, astfel, contribuie la reglarea presiunii sanguine, controlează concentraţia produşilor de degradare din sânge, reglează concentraţia electroliţilor plasmatici (inclusiv a ionilor de sodiu, potasiu, carbonaţi şi bicarbonaţi), şi contribuie la menţinerea echilibrului acido-bazic din plasmă (pH-ul).

RINICHII

Rinichii sunt localizaţi pe peretele abdominal posterior, în afara peritoneului (retroperitoneal). Ei se află lateral de coloana vertebrală şi sunt susţinuţi în poziţie de către ţesutul adipos şi conjunctiv (Figura 20.1). La adult, fiecare rinichi cântăreşte în medie 175 de grame şi este aproximativ de mărimea unui pumn.

La exterior, rinichiul prezintă o depresiune concavă pe suprafaţa medială, numită **hil**, şi este învelit de o capsulă formată din ţesut fibros de culoare albicioasă. Fiecare rinichi eliberează urina formată într-un organ cavitar cunoscut sub numele de **pelvis renal**. Din pelvisul renal, urina este condusă printr-un tub lung, numit **ureter**. Din ureter, urina se varsă în **vezica urinară**.

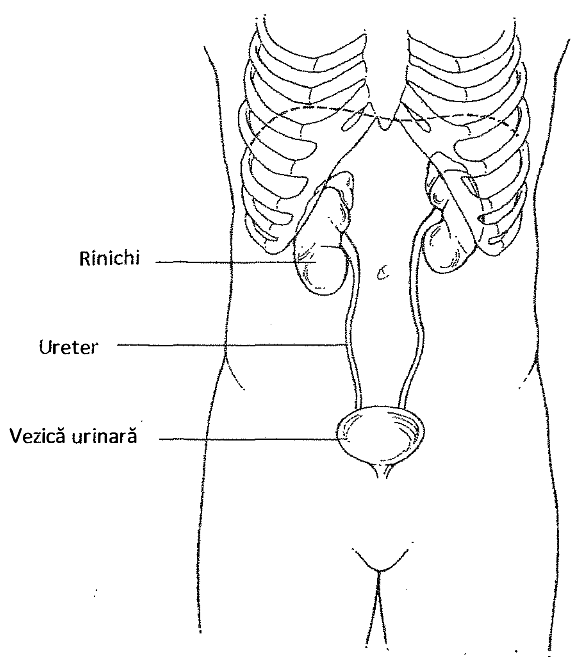


FIGURA 20.1 Poziţia sistemului urinar în corpul uman. Observaţi poziţia rinichilor în raport cu coastele şi localizarea vezicii urinare. Linia punctată reprezintă poziţia diafragmei.

O secţiune frontală prin rinichi evidenţiază două regiuni distincte: o regiune externă numită **cortex** (**corticala renală**) şi o regiune profundă numită **medulară** (Figura 20.2). Medulara renală este compusă din numeroase formaţiuni triunghiulare, numite **piramide renale**, printre care se află prelungiri ale corticalei renale, numite **coloane renale**. Vârful fiecărei piramide renale se deschide într-o cavitate mică, numită **calicele mic**. Câteva calice mici se unesc pentru a forma un **calice mare**. Calicele mari converg în pelvisul renal, o structură în formă de pâlnie.

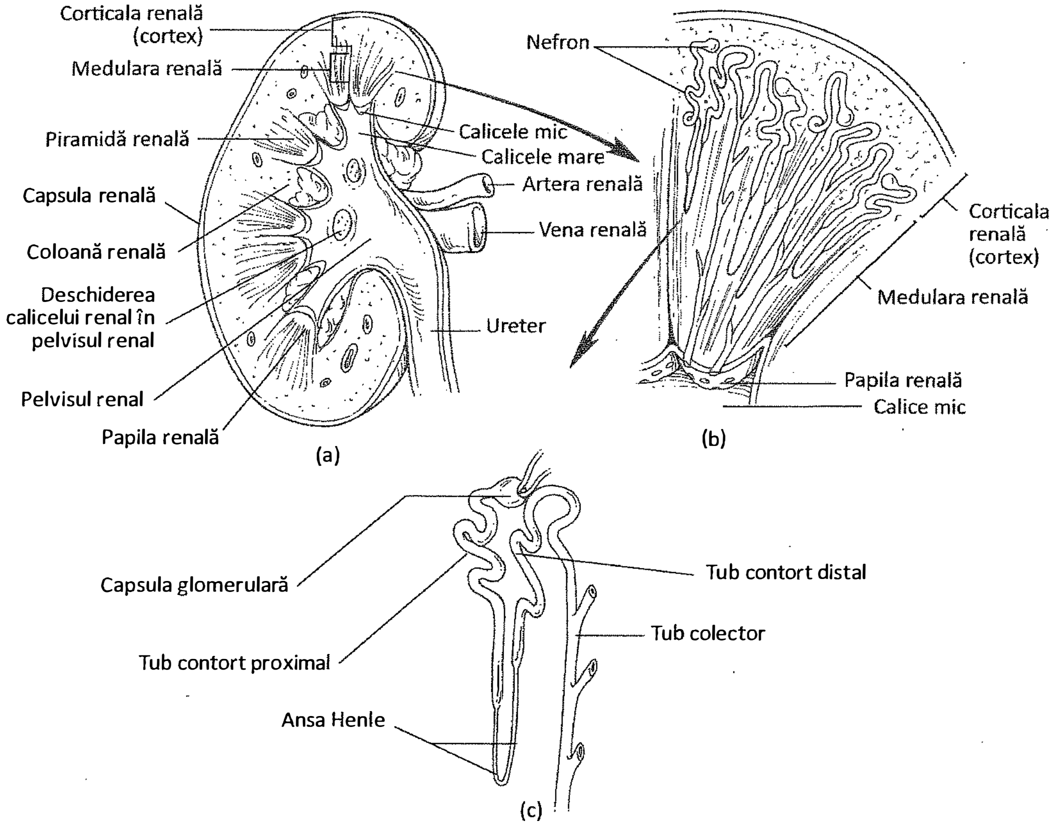


FIGURA 20.2 Structura rinichiului şi a componentelor sale. (a) O secţiune frontală a rinichiului ilustrând intrarea şi ieşirea arterei renale şi, respectiv, a venei renale. Observaţi calicele mici, care se deschid în calicele mari şi apoi în pelvisul renal şi ureter pentru a elimina urina. (b) Cortexul renal şi medulara renală sunt reprezentate mărit, astfel încât să se poată observa nefronii. Porţiunea dilatată este capsula glomerulară. Tubii coboară în medulară şi apoi se întorc către cortex. Aici, ei se unesc cu nişte tubi, care se vor deschide prin papilele renale în calicele mici. (c) Un nefron mărit pentru a observa detaliile. Observaţi localizarea capsulei şi continuitatea ei cu tubul proximal, ansa Henle, tubul distal şi tubul colector. Capilarele peritubulare nu sunt ilustrate.

NEFRONUL

Nefronul este unitatea funcţională a rinichiului şi structura la nivelul căreia se formează urina. Fiecare rinichi conţine mai mult de un milion de nefroni. Un nefron se compune din vase mici, care transportă sânge, şi un set de tubi care transportă un fluid, **filtratul**,

derivat din plasmă şi obţinut prin filtrare glomerulară. Filtratul intră în tubi, unde este modificat prin reabsorbţia substanţelor necesare organismului şi excreţia celor inutile (Figura 20.3). Filtratul obţinut în urma acestor modificări este **urina**.

Sângele arterial pătrunde în rinichi prin **artera renală**. Această arteră se divide apoi în artere mai mici, care trec prin medulara renală. Arterele mici dau naştere la artere şi mai mici, care pătrund în cortexul renal. Acestea din urmă se divid în numeroase **arteriole aferente** vizibile doar microscopic.

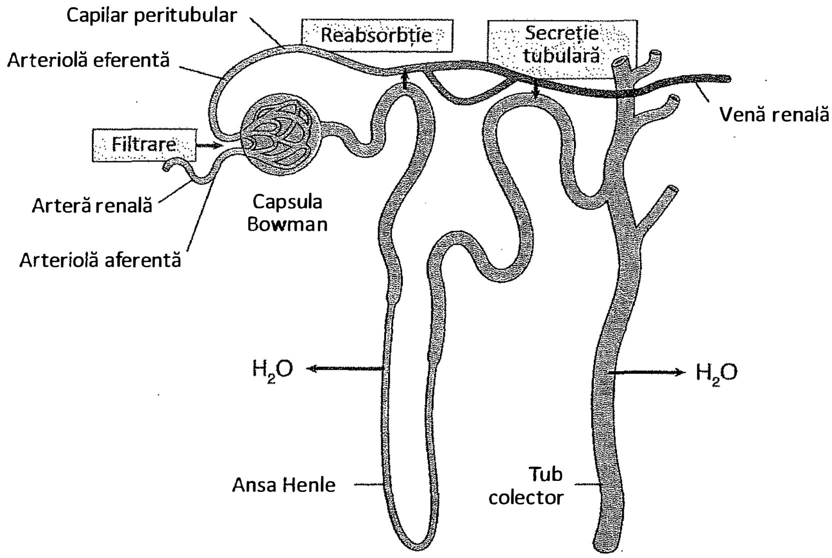


FIGURA 20.3 O schemă simplificată a funcţiei nefronului. În timpul procesului de filtrare, fluidul trece din sânge în capsula Bowman. În timpul procesului de reabsorbţie, substanţele trec din filtrat în capilarele peritubulare ce iau naştere din arteriola eferentă. Fluidul trece apoi prin ansa Henle şi, prin secreţie tubulară, primeşte mai multe substanţe, din capilarele peritubulare. Sângele trece apoi într-o venă, în timp ce fluidul rezultat (numit acum urină) este preluat de tubul colector.

STRUCTURA NEFRONULUI

Arteriolele aferente microscopice se termină într-o reţea de capilare numită **glomerul**. Fiecare nefron prezintă un glomerul. La nivelul glomerulului, plasma sanguină trece prin pereţii permeabili ai **capsulei glomerulare (Bowman)** (Tabelul 20.1). Sângele va părăsi glomerulul renal prin intermediul **arteriolei eferente**. Arteriola eferentă formează, apoi, o reţea de capilare numită **reţeaua capilarelor peritubulare**. Acestea sunt dispuse în jurul tubilor nefronului, aspect care va fi discutat în paragraful următor. Ulterior capilarele peritubulare drenează în vene mici, care apoi se unesc pentru a forma vene mai mari. Venele mai mari formează în cele din urmă **vena renală**, care drenează sângele din rinichi.

Un nefron este alcătuit din mai multe structuri: capsula, ce înconjoară glomerulul, tubul contort proximal, ramura descendentă a ansei Henle, ansa Henle, ramura ascendentă a ansei Henle şi tubul contort distal.

Capsula ce înconjoară glomerulul este numită **capsula Bowman**, cunoscută de asemenea şi sub numele de **capsula glomerulară**. Aceasta se poate asemăna cu un balon

care la un capăt este împins cu pumnul spre interior, astfel încât balonul să înconjoare pumnul. Pumnul reprezintă glomerulul; balonul reprezintă capsula Bowman.

TABELUL 20.1 NEFRONUL ŞI FIZIOLOGIA SA

Structura nefronului	Fiziologia
Glomerulul și capsula glomerulară	Filtrarea plasmei sanguine
Tubii proximali	Reabsorbția prin transport activ a ionilor de sodiu, a altor ioni, a glucozei și a aminoacizilor; reabsorbția ionilor de clor prin difuziune facilitată; reabsorbția apei prin osmoză
Ansa Henle	
Ramura descendentă	Intrarea ionilor de sodiu prin difuziune facilitată
Ramura ascendentă	Reabsorbția clorurii de sodiu prin transport activ
Tubii distali	Reabsorbția selectivă a ionilor prin transport activ; reabsorbția apei prin osmoză, sub influența ADH-ului; secreția amoniacului, a anumitor ioni, medicamente, hormoni și alte substanțe

FILTRAREA

Fluidul provenit din plasma sanguină intră în capsula glomerulară prin fante submicroscopice (Figura 20.4). Substanţele dizolvate, formate din molecule mici, trec din capilarele glomerulare în capsula glomerulară printr-un proces numit **filtrare**. Filtrarea apare deoarece permeabilitatea capilarelor glomerulare este mai mare decât a altor capilare din corp şi deoarece presiunea sanguină în glomerul este mai mare decât în alte capilare. Presiunea sanguină mai mare apare deoarece arteriola eferentă are un un diametru mai mic decât arteriola aferentă. Celulele sanguine şi moleculele mari, cum sunt proteinele, rămân în sânge, în timp ce ionii şi moleculele mai mici, precum glucoza, ajung în filtrat.

Prin glomerulii nefronilor renali se filtrează aproximativ 7,5 litri de plasmă sanguină pe oră. Fluidul care trece în interiorul capsulei glomerulare este numit **filtrat glomerular**. La bărbați, rata de filtrare glomerulară este de aproximativ 125 de mililitri pe minut (ml/min) şi în jur de 105 ml/min la femei.

REABSORBŢIA

Filtratul glomerular părăseşte capsula glomerulară şi trece în lumenul **tubului contort proximal**. Pereţii tubului conţin milioane de microvilozități, cu rolul de a mări foarte mult suprafața de contact cu conținutul lumenului. **Reabsorbţia** are loc la nivelul acestui tub contort proximal. În timpul reabsorbţiei, prin celulele epiteliale tubulare sunt transportate din lumenul tubului în capilarele peritubulare, cantităţi variabile de apă, săruri şi alte molecule.

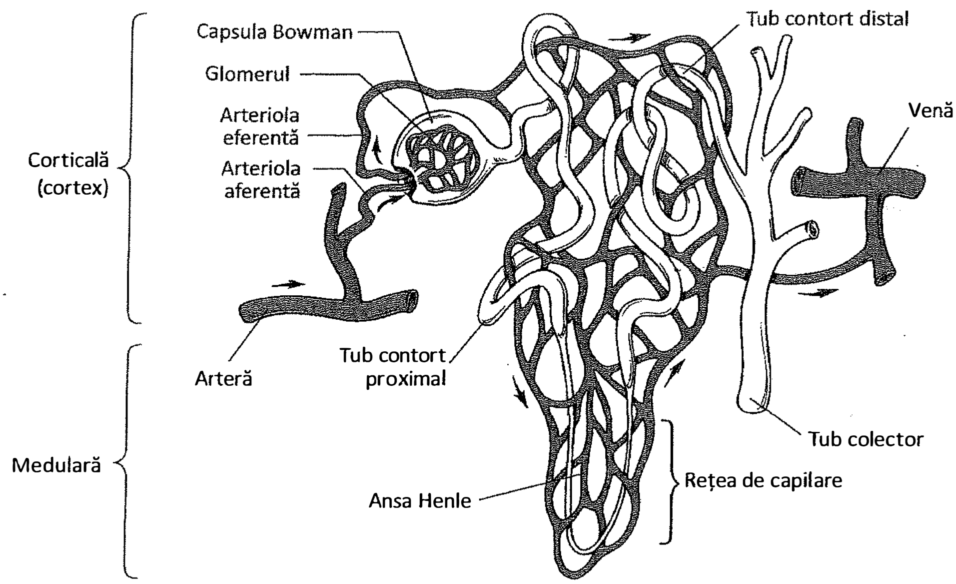


FIGURA 20.4 O schemă detaliată a activității nefronului. Observați săgeata ce indică fluxul sângelui din arteră spre arteriola aferentă, care pătrunde în glomerul și îl părăsește prin intermediul arteriolei eferente. Sângele curge mai departe prin rețeaua de capilare peritubulare și este drenat apoi printr-o venă. Între timp, plasma pătrunde în capsula Bowman, apoi trece prin tubul contort proximal, ansa Henle și tubul contort distal, înainte să intre în tubul colector. Plasma modificată în tubii renali formează în final urina. Observați rețeaua interconectată a capilarelor peritubulare și a tubilor nefronului, care facilitează transferurile. De asemenea, observați că tubul colector primește urina și de la alți nefroni din zonă. După cum este indicat, anumite porțiuni din nefron sunt localizate în corticala renală, în timp ce altele sunt în medulară.

Transportul moleculelor este, în general, efectuat de transportori membranari specifici și, de aceea, transportul este selectiv. Reabsorbția glucozei și a aminoacizilor se realizează prin **transport activ**, un proces în care ATP-ul este utilizat ca sursă de energie. Proteinele transportoare specifice din membranele celulare transportă substanțele în afara celulelor tubulare, transferându-le apoi în sângele capilarelor peritubulare (Figura 20.5).

REABSORBȚIA SĂRURILOR ȘI A APEI

Reabsorbția sărurilor și a apei din tubul proximal se face printr-un mecanism diferit. Mai întâi, ionii de sodiu sunt transportați activ din fluidul tubului proximal în capilarele peritubulare. Transportul ionilor de sodiu încărcați electric pozitiv creează o diferență de sarcină electrică de-o parte și de alta a peretelui tubului, deoarece aceștia se acumulează în capilarele peritubulare. Acest gradient electric stimulează transportul facilitat al ionilor de clor din filtratul glomerular spre concentrația mai mare a ionilor de sodiu din capilarele peritubulare. Ionii de clor părăsesc filtratul glomerular, urmând ionii de sodiu.

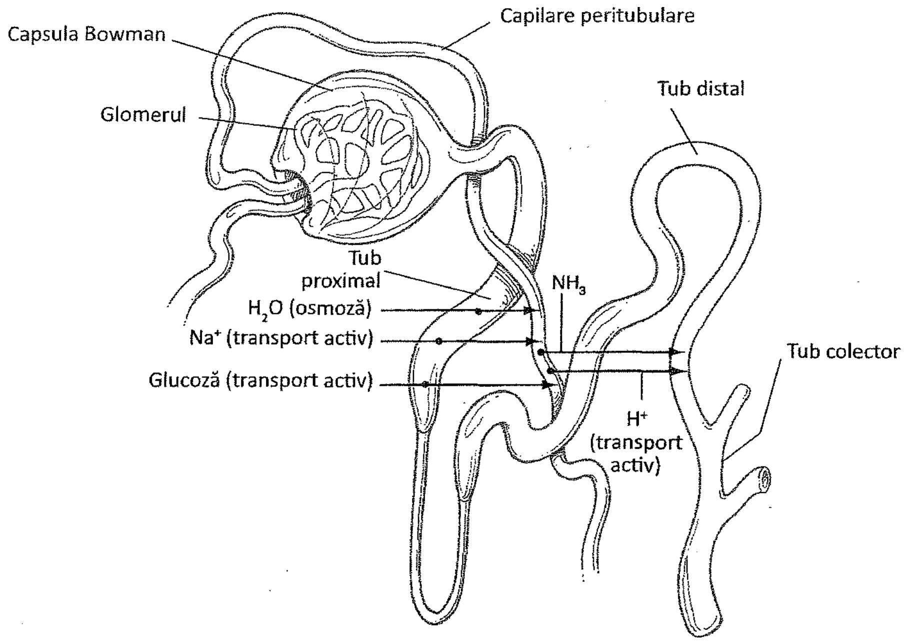


FIGURA 20.5 Un sumar al pasajului moleculelor între tubi şi capilarele peritubulare ale nefronului. Diverse mişcări au loc în glomerul, în tubul proximal şi în tubul distal.

Ca rezultat al concentrării clorurii de sodiu în capilarele peritubulare se creează un gradient osmotic. Apa se deplasează în direcţia concentraţiei mai mari a clorurii de sodiu, pe care o diluează până când concentraţia clorurii devine egală între tubul proximal şi capilarele peritubulare. Cu alte cuvinte, clorura de sodiu atrage moleculele de apă.

Ca rezultat al reabsorbţiei pasive şi selective din tubii proximali, cea mai mare parte a apei, nutrienţilor, sărurilor şi ionilor necesari organismului sunt preluaţi înapoi în sânge. Componenţii filtratului care nu sunt reabsorbiţi sunt în mare parte deşeurile azotate produse de către corp, precum şi o parte din apă, ioni şi săruri.

Filtratul glomerular pătrunde apoi în ramura descendentă a ansei Henle. Ramura descendentă coboară spre profunzimea medularei, unde se găseşte ansa propriu-zisă. Apoi, fluidul intră în ramura ascendentă, care urcă din medulară înapoi către corticală. În ramura ascendentă, ionii de sodiu şi clor ies din tubi şi se acumulează în interstiţiul medularei (ţesuturile din jurul tubilor).

Acumularea de sare în interstiţiu determină hipertonicitatea acestuia şi crearea unui gradient osmotic; astfel, în regiunea descendentă a ansei, atrasă de clorura de sodiu, apa trece din filtrat în interstiţiu (Figura 20.6). În cele din urmă, apa se reîntoarce în circulaţia sanguină prin capilarele din apropiere şi prin vasele limfatice. Concentraţia clorurii de sodiu creşte către profunzimea medularei, ceea ce face posibil ca moleculele de apă să continue să părăsească ramura descendentă a ansei dinspre porţiunea proximală spre cea distală, precum şi vârful ansei Henle. Din ramura ascendentă a ansei Henle şi din tubul distal apa nu este reabsorbită deloc, sau doar în cantităţi foarte mici, deoarece aceşti tubi sunt impermeabili pentru apă; ei permit, în schimb, reabsorbţia ionilor de sodiu şi clor. Acest mecanism se numeşte **mecanismul contracurent**.

DE REŢINUT
Nefronul formează urina prin trei procese: filtrare, reabsorbţie şi secreţie.

Se pare că anumite deşeuri azotate, în special un compus numit **uree**, părăsesc lumenul tubului colector în porţiunea lui profundă. Acumularea ureei în profunzimea medularei contribuie la creşterea concentraţiei moleculelor organice din medulară. În cele din urmă, ureea trece înapoi în ansa Henle, de unde trece înapoi în tubul colector. Procesele care au loc în ansa Henle contribuie la înlăturarea apei din tubi şi la reîntoarcerea ei în circulaţie prin capilarele peritubulare. De asemenea, garantează faptul că fluidul care rămâne în nefron va fi concentrat şi va deveni urină.

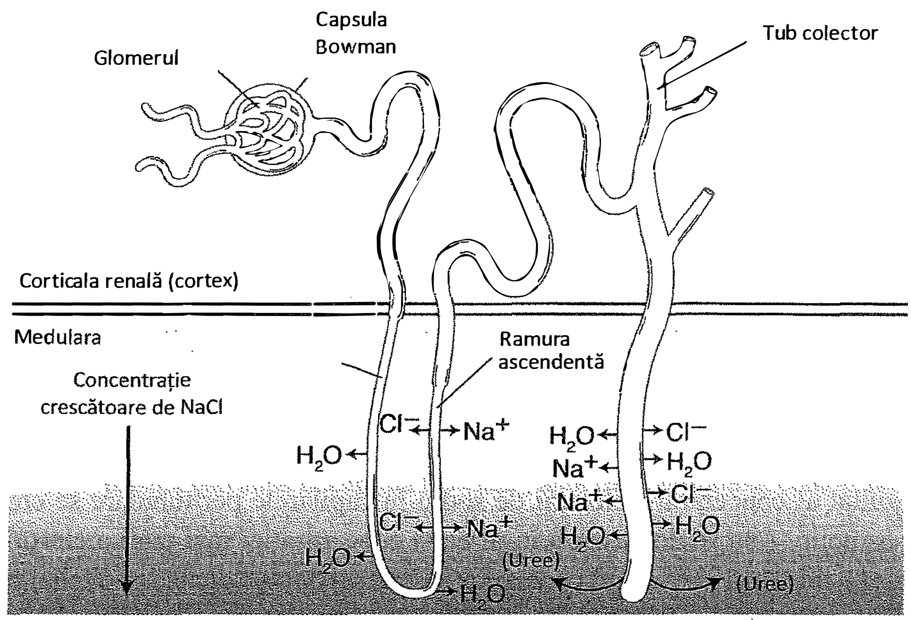


FIGURA 20.6 Mecanismul contracurent al circulaţiei apei. Acumularea de ioni de sodiu şi clor în medulara rinichiului determină ieşirea apei din ramura descendentă, din ansa propriu-zisă (structuri ale nefronului) şi din tubul colector. Eliminarea ureei favorizează, de asemenea, circulaţia apei, care se deplasează către fluxul sanguin. Pierderea apei contribuie la concentrarea urinei.

Filtratul glomerular intră apoi în tubul contort distal, unde se continuă unele procese începute în tubul proximal. Din nou, apa şi sarea sunt absorbite în sânge. Ionii de sodiu sunt preluaţi din fluidul tubular prin transport activ, ionii de clor îi urmează, iar apa urmează sarea în mod pasiv.

SECREŢIA TUBULARĂ

În tubii distali are loc un alt proces, numit **secreţie tubulară** (Tabelul 20.2). Secreţia tubulară este un proces activ, în care compuşii chimici sunt transportaţi din capilarele peritubulare (din sânge) în tubul contort distal (în filtratul glomerular). Printre moleculele secretate în acest mod sunt acidul uric, creatinina, ionii de hidrogen, amoniac şi antibiotice precum penicilina.

Consecutiv proceselor ce au loc în tubul contort distal, filtratul glomerular devine **urină**. Urina intră apoi în tubul colector. Tubul colector coboară în medulara renală în drumul său spre pelvisul renal şi întâlneşte mediul salin din interstițiul medular. Din cauză că acest mediu este hiperton, apa este extrasă din tubii colectori, prin osmoză. Apa este apoi transportată de către capilare şi vase limfatice înapoi în circulaţia sanguină generală. Acest proces finalizează întoarcerea apei în sânge.

TABELUL 20.2 PROCESE FIZIOLOGICE CE AU LOC ÎN RINICHI

Activitate	Rezultat	Locație
Filtrarea	Forțează apa și moleculele mici din plasmă să treacă din vasele de sânge glomerulare în tubul nefronului	Glomerulul și capsula glomerulară
Reabsorbția selectivă	Recuperează nutrienți, săruri și apă din lichidul tubului proximal și distal. Transportă substanțe în capilarele peritubulare pentru a le întoarce în curentul sanguin	Tubul contort proximal; ansa Henle; tubul contort distal
Secreția tubulară	Excretă moleculele din capilarele peritubulare în tubii nefronului; schimbă concentrația ionilor pentru a menține homeostazia sângelui	Tubul contort distal; tubul colector
Excreția	Elimină urina din tubul colector în pelvisul renal; transportă urina la uretere, apoi la vezica urinară, uretră și în exteriorul organismului	Tubul colector, pelvisul renal și organele accesorii ale excreției: uretere, vezica urinară și uretra

ACTIVITATEA HORMONALĂ

Rata reabsorbţiei apei din tubul contort distal şi tubul colector este determinată de permeabilitatea membranei celulelor ce formează peretele tubului colector. Această permeabilitate este controlată de un hormon numit **hormon antidiuretic (ADH)**. Printr-un mecanism chimic complex, ADH-ul deschide porii din membranele celulare şi permite apei să treacă (Figura 20.7). Hormonul este produs de neuroni din hipotalamus şi eliberat de către lobul posterior al glandei hipofize (Capitolul 13).

Secreţia de ADH este stimulată când receptorii chimici din hipotalamus sunt stimulați de variațiile concentraţiei sodiului sau al altor ioni în sânge. Spre exemplu, în caz de deshidratare, concentraţia ionilor creşte şi receptorii semnalizează hipotalamusului să elibereze ADH. ADH-ul creşte permeabilitatea membranei celulelor din peretele tubilor şi, astfel, este absorbită mai multă apă din filtratul glomerular. În caz contrar, când există un exces de apă în organism, concentraţia ionilor scade. Receptorii detectează această scădere şi inhibă secreţia de ADH; astfel, în tubi este reabsorbită mai puţină apă, ea rămânând să dilueze urina. Procesul implică, de asemenea, renina şi un sistem cunoscut sub numele de sistem renină-angiotensină, subiect detaliat în Capitolul 21.

Alt hormon cu rol în reglarea funcţiei renale este **aldosteronul**, secretat de către cortexul glandelor suprarenale. Hormonul acţionează în principal asupra tubului contort distal, având trei efecte importante: stimulează reabsorbţia ionilor de sodiu din tubul contort distal, stimulează reabsorbţia apei, întrucât moleculele de apă „urmează" ionii de sodiu prin procesul de osmoză şi stimulează secreţia potasiului din sânge în fluidul

tubului contort distal. Eliminarea potasiului prin secreţie tubulară este principala metodă de înlăturare a acestuia din organism. Fără aldosteron, tot potasiul ar fi reabsorbit, iar excesul acestuia în organism poate duce la insuficienţă cardiacă. O secreţie insuficientă de aldosteron, apare şi într-o afecţiune numită **boala Addison.**

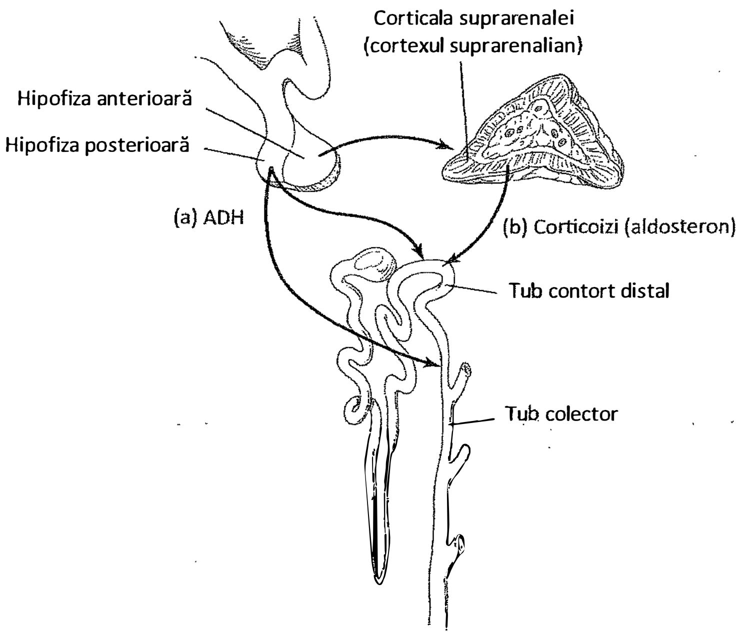


FIGURA 20.7 Cei doi hormoni ce controlează reabsorbţia apei în nefron. (a) Hormonul antidiuretic (ADH) din hipotalamus şi lobul posterior hipofizar. (b) Aldosteronul din cortexul suprarenalei.

URINA

Nefronii produc **urina**. Aproximativ 95% din urină este apă, iar 5% sunt substanţe solide precum deşeuri organice, ioni şi săruri. Printre deşeurile organice se numără **ureea**. Ureea este un produs al metabolismului ficatului, obţinut în timpul conversiei aminoacizilor în compuşi furnizori de energie. În cursul conversiei, gruparea amino este înlăturată de pe un aminoacid şi combinată cu o altă grupare amino şi cu un atom de carbon şi oxigen pentru a forma ureea, într-un proces denumit ciclul ornitinei (Capitolul 19). Ureea este toxică pentru celulele organismului şi trebuie eliminată prin urină.

Alte substanţe din urină sunt amoniacul, acidul uric (din degradarea acizilor nucleici) şi creatinina (un produs rezultat din utilizarea fosfocreatinei în celulele musculare). Ionii din urină sunt cationi (ioni cu sarcină pozitivă) precum sodiu, potasiu, magneziu, calciu, şi anioni (ioni cu sarcină negativă) precum clorul, sulfaţii şi fosfaţii.

Alte substanţe ce pot fi găsite în urină sunt **corpii cetonici**, substanţe ce rezultă din degradarea grăsimilor. Persoanele cu diabet zaharat pot avea un conţinut crescut de corpi cetonici în urină, atunci când organismul foloseşte lipidele ca sursă principală de energie, în locul glucozei. Alte substanţe din urină depind de dietă şi pot include pigmenţi, hormoni şi diferite medicamente.

Urina are, în mod obişnuit, o culoare galbenă sau o culoare chihlimbarie (asemănătoare cu a chihlimbarului) (Tabelul 20.3), datorată pigmenţilor derivaţi din substanţele prezente în dietă sau din bilirubina derivată din degradarea hemoglobinei globulelor roşii sanguine. Unul dintre pigmenţii urinari importanţi este **urobilinogenul**. Acest pigment este produs prin acţiunea bacteriilor asupra bilirubinei din intestin. Sistemul port hepatic transportă urobilinogenul la nivelul ficatului, apoi circulaţia sanguină aduce pigmentul la rinichi. Prezenţa globulelor roşii în urină, îi dau o culoare roşie; această situaţie este cauzată în general de o sângerare în sistemul urinar, o cauză posibilă fiind trecerea globulelor roşii prin pereţii glomerulului renal, cum se întâmplă în unele boli renale.

Urina este de obicei clară şi capătă un miros asemănător amoniacului dacă este stătută; pH-ul ei variază de la 4,6 la 8,0 cu o medie de 6,0 şi depinde în special de dietă. Pe zi, se produc aproximativ 1-2 l de urină.

TABELUL 20.3 CARACTERISTICILE URINEI UMANE

Caracteristică	Descriere
Claritate	Transparentă sau clară; devine tulbure dacă este stătută
Densitate	1015 până la 1020; mai ridicată dimineața
Culoare	De culoarea chihlimbarului sau galben pai; variază în funcție de dietă și de volumul de urină
Cantitate în 24 de ore	Aproximativ 1500 ml; variază în funcție de cantitatea de fluide ingerate, transpirație și alți factori
pH	Acid, dar poate fi alcalin dacă dieta conține cantități mari de vegetale; o dietă cu multe proteine crește aciditatea; urina stătută are o reacție alcalină datorită descompunerii ureei în compuși amoniacali; intervalul normal al pH-ului este de la 4,6 la 8,0 cu o medie în jur de 6,0
Miros	Miros caracteristic de urină; urina stătută are miros amoniacal

STRUCTURI ANEXE

Sistemul urinar conține, pe lângă rinichi, şi alte componente (structuri anexe). **Ureterele** sunt organe tubulare ce se întind de la rinichi la vezica urinară (Figura 20.8). Ele au o lungime de aproximativ 25-30 cm şi transportă urina la vezică prin unde peristaltice produse de muşchii prezenţi în pereţii lor. Urina intră în vezica urinară sub formă de jeturi, care realizează un flux de 5 ml pe minut. La ieşirea din rinichi se află o formaţiune bombată, numită pelvis renal, ce se continuă cu ureterul.

Alt organ al sistemului urinar este **vezica urinară**, ce se află poziţionată posterior de simfiza pubiană. Vezica este un sac distensibil constând dintr-o mucoasă ce tapetează cavitatea şi din pereţi formaţi din fibre musculare netede. Este capabilă de o extensie considerabilă şi are trei orificii: două spre uretere şi unul către uretră. Vezica urinară poate acumula până la 600 ml de urină, pe care îi elimină prin uretră. Procesul de eliminare a urinei se numeşte **micţiune**. Micţiunea care se produce involuntar este numită **incontinenţă**.

Tubul care conduce urina de la baza vezicii la exterior este numit **uretră**. La femei, uretra este poziţionată ventral faţă de vagin şi are aproximativ 5 cm lungime. La bărbaţi, uretra trece prin penis şi are aproximativ 15 cm lungime când penisul este relaxat. La bărbaţi, uretra serveşte de asemenea şi ca pasaj pentru spermă. Tot la bărbaţi, uretra este înconjurată de glanda prostatică, iar creşterea în volum a acestei glande poate să împiedice curgerea normală a urinei. Deschiderea uretrei spre exteriorul corpului se face prin **orificiul uretral extern**.

DE REŢINUT
Rinichii produc urină; ureterele o transportă la vezica urinară. Uretra goleşte vezica urinară prin micţiune (urinare), atunci când aceasta este oportună.

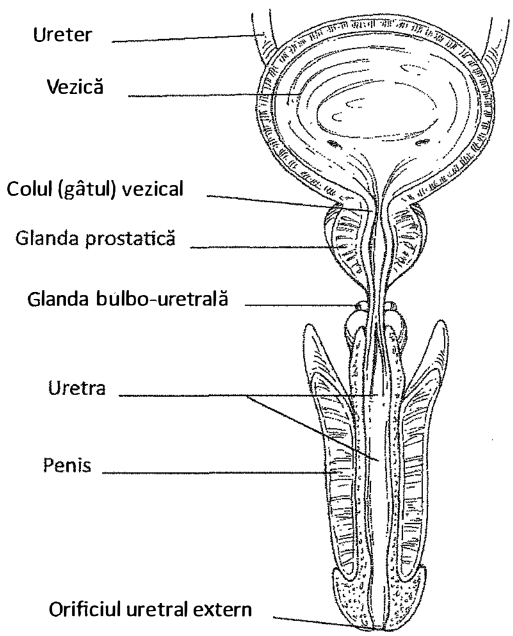


FIGURA 20.8 Structurile anexe ale sistemului urinar masculin. Prostata şi glandele bulbouretrale sunt corelate cu sistemul reproducător.

ALTE ORGANE EXCRETORII

Pe lângă sistemul urinar, care excretă urină, în corp mai sunt şi alte organe excretorii. Unul dintre ele este **ficatul**, care metabolizează produşii rezultaţi din degradarea hemoglobinei eritrocitelor şi îi excretă ca şi pigmenţi biliari (Capitolul 18). O parte din pigmenţii ce colorează urina provin de la ficat. Alte organe excretorii sunt **plămânii**. Aceştia excretă dioxidul de carbon şi degajă o cantitate redusă de apă (Capitolul 17).

Intestinul şi pielea sunt, de asemenea, considerate organe excretorii (Figura 20.9). Prin celulele epiteliale ce tapetează **intestinul** se pierd anumite săruri, cum ar fi sărurile de fier şi de calciu, şi se eliberează apă (Capitolul 18). (Defecaţia nu este considerată

excreţie, deoarece substanţele excretate sunt produşi de degradare ai metabolismului. În procesul defecaţiei sunt eliminate din corp materialele nedigerate.)

Pielea (Capitolul 5) este, şi ea, un organ excretor minor, pentru că excretă sudoarea în cursul transpiraţiei. Sudoarea conţine apă, precum şi mici cantităţi de săruri şi anumite cantităţi de amoniac, uree şi acid uric. Transpiraţia este de fapt un proces de răcire, pentru că permite organismului să elimine excesul de căldură.

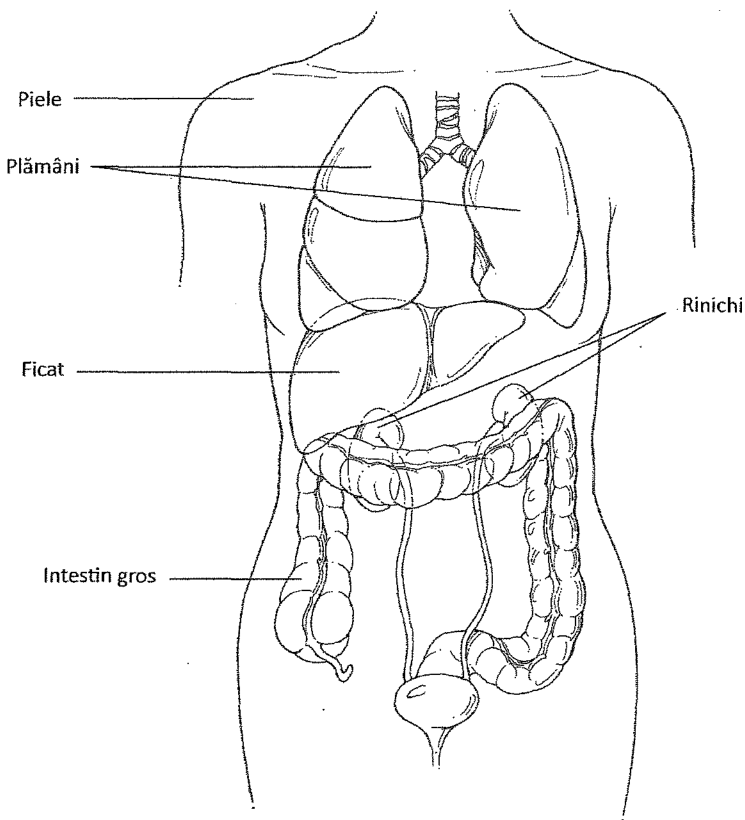
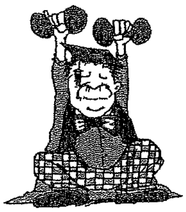


FIGURA 20.9 Alte organe excretorii ale organismului uman, care completează funcţia sistemului urinar.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

***SECȚIUNEA A** – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale rinichiului.*

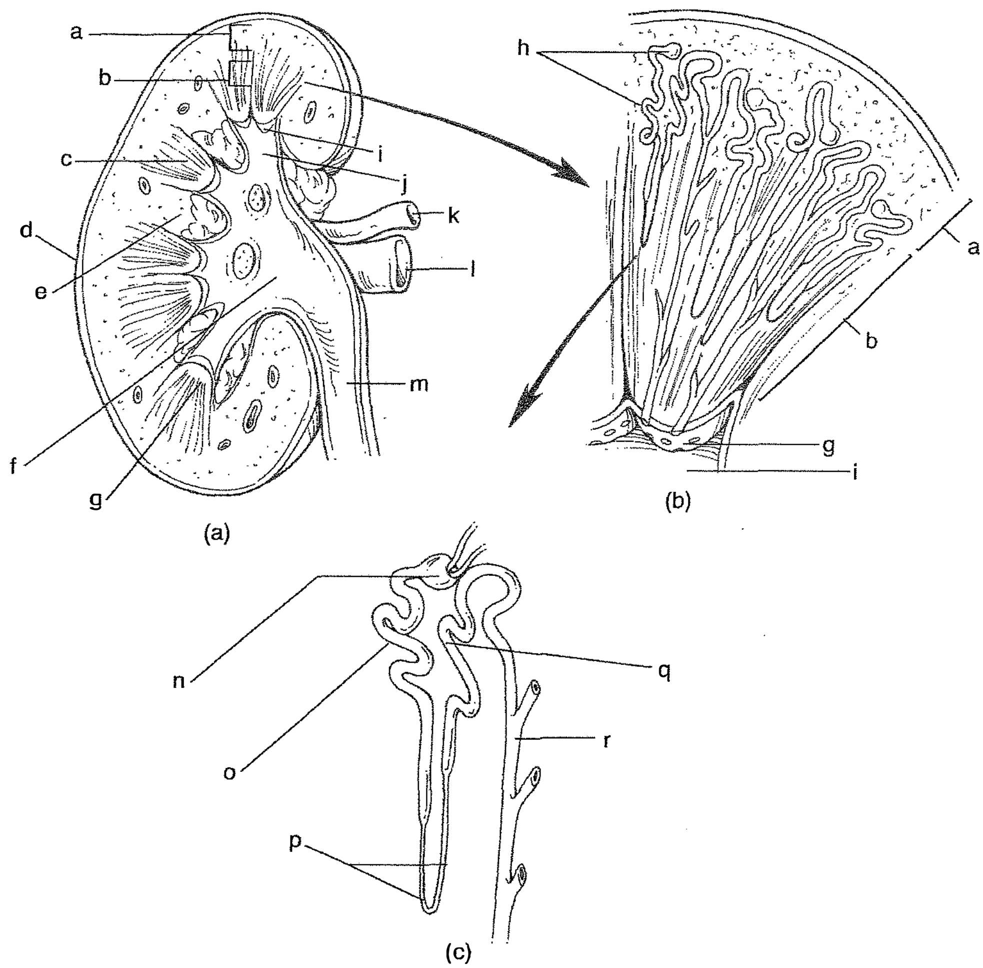


FIGURA 20.10

_ 1. Tubul colector
_ 2. Tubul contort distal
_ 3. Capsula glomerulară
_ 4. Ansa Henle
_ 5. Calice mare
_ 6. Calice mic
_ 7. Nefronul
_ 8. Tubul contort proximal
_ 9. Artera renală
_ 10. Capsula renală
_ 11. Coloană renală
_ 12. Cortexul renal
_ 13. Medulara renală
_ 14. Papila renală
_ 15. Pelvisul renal
_ 16. Piramidă renală
_ 17. Vena renală
_ 18. Ureterul

SECŢIUNEA B – Completare: Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii

1. Lichidul extracelular ce înconjură celulele din organism se numeşte ____________________.
2. Rinichii reglează volumul plasmei sanguine şi astfel contribuie la reglarea ____________________.
3. În corp, rinichii se găsesc lateral de ____________________.
4. Rinichiul adultului este aproximativ de mărimea ____________________.
5. Depresiunea concavă de pe suprafaţa medială a rinichiului este cunoscută ca ____________________.
6. Fiecare rinichi este înconjurat de un ţesut fibros, de culoare albicioasă, ce formează ____________________.
7. Tubul lung ce transportă urina de la rinichi este ____________________.
8. Cele două regiuni distincte ale rinichiului sunt cortexul spre exterior şi ____________________, spre interior.
9. Formaţiunile componente ale medularei renale, care sunt triunghiulare pe secţiune, sunt denumite ____________________
10. O ramură a pelvisului renal, localizată la vârful fiecărei piramide renale, este numită ____________________.
11. Urina este formată în unitatea funcţională a rinichiului, o structură numită ____________________.
12. Numărul nefronilor în fiecare rinichi este de peste ____________________.
13. Sângele arterial intră în rinichi prin ____________________.
14. Sângele intră în glomerul printr-un vas sanguin de dimensiuni microscopice numit ____________________.
15. Fiecare glomerul al nefronului este înconjurat de o capsulă numită ____________________.
16. Filtratul intră în capsula glomerulară printr-un proces de ____________________.
17. Principala forţă ce împinge plasma sanguină în capsula glomerulară este exercitată de ____________________.
18. Într-o singură oră, cantitatea de plasmă sanguină ce se filtrează prin glomeruli este de aproximativ ____________________.
19. Capsula glomerulară se continuă cu un tub al nefronului numit ____________________.

20. Transportul moleculelor de glucoză din tubul contort proximal în capilarele peritubulare are loc printr-un proces de ____________________.

21. Suprafaţa de reabsorbţie a peretelui tubului proximal este crescută prin prezenţa ____________________.

22. Transportul activ, responsabil pentru reabsorbţia aminoacizilor şi a glucozei, necesită un consum de energie furnizată de ____________________.

23. Trecerea ionilor de clor în afara tubului contort proximal urmează după pomparea în acelaşi sens a ____________________.

24. Acumularea moleculelor de clorură de sodiu în capilarele peritubulare creează ____________________.

25. Moleculele de clorură de sodiu ce se acumulează în capilarele peritubulare exercită o forţă de atracţie asupra moleculelor de ____________________.

26. Trecerea moleculelor de apă din tubul contort proximal în capilarele peritubulare are loc prin procesul de ____________________.

27. Trecerea ionilor de sodiu în capilarele peritubulare are loc prin transport activ, proces ce necesită multă ____________________.

28. Tubul contort proximal conduce filtratul spre ramura descendentă a ____________________.

29. Ramura descendentă coboară în profunzime într-o porţiune a rinichiului cunoscută ca ____________________.

30. În ramura ascendentă a ansei Henle, transportul activ produce reabsorbţia ____________________.

31. Apa iese din ramura descendentă a ansei Henle în interstițiu pentru că acesta este ____________________.

32. Apa iese din ramura descendentă a ansei Henle prin procesul de ____________________.

33. Mecanismul responsabil de ieşirea apei din ramura descendentă a ansei Henle, dar nu şi din ramura ascendentă, este cunoscut ca ____________________.

34. Acumularea de material organic în medulară include o concentraţie ridicată a unui deşeu azotat numit ____________________.

35. Apa eliberată din ansa Henle ajunge înapoi în sânge prin intermediul ____________________.

36. Fluidul conținut de ansa Henle îşi continuă traseul intrând în ____________________.

37. În procesul de secreţie tubulară, compuşii chimici sunt transferaţi din sânge în ____________________.

38. Printre moleculele ce intră în fluidul din nefron prin secreţie tubulară sunt ionii de hidrogen, amoniacul, acidul uric şi __________________.

39. După ce părăseşte tubul contort distal, urina nou formată trece în __________________.

40. Reabsorbţia apei în nefronii rinichiului este controlată, în parte, de un hormon cunoscut ca __________________.

41. Secreţia ADH-ului este controlată de receptori chimici ce răspund la o variaţie a __________________.

42. Hormonul ADH, implicat în reabsorbţia apei, este depozitat în lobul posterior al __________________.

43. Hormonul suprarenalian care stimulează reabsorbţia ionilor de sodiu din tubii contorţi distali este __________________.

44. Hormonul suprarenalian care stimulează reabsorbţia ionilor de sodiu, stimulează de asemenea reabsorbţia __________________.

45. Secreţia potasiului în nefronul rinichiului este reglată de către hormonul __________________.

46. Ureea, produsul de degradare prezent în urină, rezultă din metabolismul aminoacizilor, ce are loc în __________________.

47. Ionii de clor, sulfat şi fosfat se găsesc în urină şi toţi au sarcina electrică __________________.

48. Cantităţi mari de corpi cetonici în urină sunt adesea un simptom al __________________.

49. Pigmenţii care dau culoarea urinei sunt derivaţi din substanţe din dietă sau din pigmentul globulelor roşii sanguine, cunoscut ca __________________.

50. Procesul eliminării urinei din organism este denumit __________________.

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii:*

1. Următoarele sunt funcţii ale rinichiului, *cu excepţia*
   A. reglarea volumului plasmei sanguine
   B. reglarea concentraţiei produşilor reziduali din sânge
   C. reglarea digestiei glucidelor şi a proteinelor
   D. reglarea concentraţiei ionilor în plasmă

2. Rinichii sunt localizaţi la nivelul
   A. peretelui abdominal posterior
   B. peretelui toracic ventral
   C. peretelui toracic
   D. peretelui abdominal ventral

3. Cele două regiuni mari ale rinichiului sunt
   A. calicele mari şi mici
   B. piramidele renale şi nefritice
   C. medulara şi corticala
   D. jejunul şi ileonul

4. Urina curge de la rinichi înspre vezica urinară prin
   A. uretră
   B. tubul proximal
   C. capilare peritubulare
   D. ureter

5. Structura rinichiului în care este formată urina este denumită
   A. calice
   B. nefron
   C. neuron
   D. nefridium

6. Fluidul care intră în glomeruli este
   A. ser
   B. sânge
   C. apă marină
   D. apă proaspătă

7. Fluidul care intră în capsula glomerulară se formează din
   A. apă marină
   B. plasmă
   C. limfă
   D. apă sterilizată

8. Structurile care pleacă din capsula glomerulară includ
   A. artera renală şi vena renală
   B. capilarele peritubulare
   C. tubul contort proximal şi ansa Henle
   D. glomerulul

9. Forţa motrice care împinge fluidul din sânge în capsula glomerulară este exercitată
   A. de inimă, care asigură presiunea sanguină
   B. de muşchii care căptuşesc cavitatea abdominală
   C. de golirea vezicii urinare
   D. de uretra care drenează urina

10. În tubul contort proximal, reabsorbţia aminoacizilor şi a glucozei are loc prin
    A. osmoză
    B. difuziune
    C. difuziune facilitată
    D. transport activ

11. În nefron, acumularea tisulară de ioni de sodiu şi clor este responsabilă de circulația
    A. moleculelor de ATP
    B. transportorilor proteici din membranele tisulare
    C. urinei
    D. moleculelor de apă

12. În activităţile nefronului, cea mai mare parte din energia necesară este furnizată de utilizarea
    A. NAD-ului
    B. ureei
    C. ATP-ului
    D. electronilor transportaţi în membrane

13. Ansa Henle este cuprinsă între
    A. artera renală şi vena renală
    B. capilarele peritubulare şi tubul colector
    C. tubul contort proximal şi tubul contort distal
    D. glomerul şi capilarele peritubulare

14. În procesul de secreţie tubulară, substanţele trec din
    A. capilarele peritubulare în tubul contort proximal
    B. glomerul în capsula glomerulară
    C. capsula glomerulară în glomerul
    D. capilarele peritubulare în tubul contort distal

15. Care din următoarele căi descrie traseul urinei prin rinichi?
    A. capsula glomerulară – vena renală – tub colector
    B. tub contort distal – tub colector – pelvis renal
    C. tub colector – glomerul – capilare peritubulare
    D. artera renală – capilare peritubulare – vena renală

16. Rata reabsorbţiei apei din tubul colector este determinată de hormonul
    A. oxitocină
    B. cortizon
    C. antidiuretic
    D. lactogenic

17. Următoarele sunt funcţii ale aldosteronului, *cu excepţia*
    A. stimulării reabsobţiei apei în nefron
    B. stimulării secreţiei potasiului din sânge
    C. stimulării reabsorbţiei ionilor de sodiu din tubul contort distal
    D. reglării excreţiei calciului din capilarele peritubulare

18. Secreţia insuficientă de aldosteron poate duce la o afecţiune cunoscută ca
    A. boala Addison
    B. boala Graves
    C. sindromul Hashimoto
    D. sindromul Job

19. Următoarele se aplică ureei, *cu excepția*
    A. este inofensivă pentru celulele organismului
    B. este un produs al metabolismului aminoacizilor
    C. este o componentă majoră a urinei
    D. este un deşeu al metabolismului organismului

20. Pigmenţii care dau urinei culoarea galbenă sau chihlimbarie derivă din
    A. celule nervoase
    B. celule vegetale
    C. bilă şi molecule de hemoglobină
    D. corpi cetonici

21. Vezica urinară are orificii către
    A. nefron şi rinichi
    B. uretră şi uretere
    C. orificiul urinar şi glomerul
    D. vena renală şi ansa Henle

22. Curgerea urinei prin uretere este ajutată de acţiunea
    A. presiunii sanguine produsă de inimă
    B. golirii vezicii
    C. peristaltismului în muşchii ureterului
    D. mişcării muşchiului diafragmă

23. Vezica urinară se află
    A. posterior de rect
    B. anterior de colonul transvers
    C. posterior de simfiza pubiană
    D. lateral de rinichi

24. Termenul de micţiune se referă la
    A. procesul formării urinei
    B. o boală a rinichiului
    C. procesul eliminării urinei
    D. procese ce au loc în calicele renale

25. Următoarele sunt considerate organe de excreţie, *cu excepția*
    A. glandelor suprarenale
    B. plămânilor
    C. pielii
    D. intestinelor

***SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals**: La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul* <u>*subliniat*</u> *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. În corpul uman rinichii sunt situați lateral de <u>linea alba.</u>

2. Piramidele renale se găsesc în principal în <u>corticala</u> rinichiului.

3. Chiar înainte de a părăsi rinichii, urina curge printr-o structură în formă de pâlnie denumită pelvis renal.

4. Artera renală trimite sânge înspre glomerul cu ajutorul arteriolei eferente.

5. În timpul procesului de transport activ, plasma din sânge părăseşte glomerulul şi intră în capsula glomerulară.

6. Fluidul din filtratul glomerular nu conţine, în mod normal, celule sanguine sau aminoacizi.

7. Un alt nume pentru capsula glomerulară este ansa Henle.

8. Imediat după ce părăseşte capsula glomerulară, filtratul glomerular intră în ansa Henle.

9. Imediat după ce părăseşte glomerulul, sângele intră în capilarele peritubulare.

10. Transportul activ este responsabil pentru reabsorbţia aminoacizilor şi moleculelor de amidon în tubul contort proximal.

11. În tubul contort proximal, reabsorbţia apei este asociată cu procesul de fagocitoză.

12. Puterea de atragere exercitată asupra moleculelor de apă este datorată acumulării moleculelor de fosfat de calciu.

13. Ramurile descendentă şi ascendentă ale ansei Henle se află în corticala rinichiului.

14. Unii compuşi organici, precum ureea, părăsesc porţiunea profundă a tubului colector şi exercită o forţă de atragere a apei.

15. Procesul prin care apa iese din tubi, ca răspuns la o concentraţie mare de clorură de sodiu din interstiţiu, este un proces activ.

16. Procesul prin care compuşii chimici trec din capilarele peritubulare în tubul contort distal este cunoscut ca secreţie tubulară.

17. Hormonul antidiuretic reglează rata reabsorbţiei apei din glomerul.

18. Secreţia hormonului antidiuretic este stimulată când receptorii din talamus răspund la o scădere a presiunii sanguine.

19. Aldosteronul are un impact substanţial asupra reabsorbţiei ionilor de calciu din tubii distali ai nefronului.

20. Afecţiunea cunoscută ca boala Wellington poate fi consecinţa unei secreţii insuficiente de aldosteron.

21. Ureea, un component major al urinei, este produsă de către encefal în cursul metabolismului ce are loc la acest nivel.

22. Corpii cetonici sunt găsiţi în urină când ţesutul adipos este utilizat ca principală sursă de energie la bolnavii de diabet.

23. Uretra este mai lungă la femei.

24. Pigmenţii care dau culoarea urinei sunt derivaţi din substanţe produse în principal în pancreas.

25. Pielea este considerată un organ excretor pentru că excretă apă şi săruri în sudoare.

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Uri prezintă o tendinţă de formare de cristale de acid oxalic în urină, mai ales când mănâncă multe alimente bogate în acid oxalic, cum ar fi spanacul. Când cristalele cresc în volum ele devin pietre la rinichi. De ce durerea provenită de la aceste pietre este discontinuă, apărând la intervale de aproximativ cinci minute fiecare?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A

Figura 20.10

1. r
2. q
3. n
4. p
5. j
6. i
7. h
8. o
9. k
10. d
11. e
12. a
13. b
14. g
15. f
16. c
17. l
18. m

SECŢIUNEA B – Completare

1. lichid interstiţial
2. presiunii sanguine
3. coloana vertebrală
4. unui pumn
5. hilul renal
6. capsula renală
7. ureterul
8. medulara
9. piramide renale
10. calice mic
11. nefron
12. un milion
13. artera renală
14. arteriola aferentă
15. capsula glomerulară (Bowman)
16. filtrare
17. presiunea sanguină
18. 7,5 litri

19. tubul contort proximal
20. transport activ
21. microvilozităților
22. ATP
23. ionilor de sodiu
24. un gradient osmotic
25. apă
26. osmoză
27. energie (ATP)
28. ansei Henle
29. medulară
30. ionilor de sodiu şi clor
31. hiperton
32. osmoză
33. mecanism contracurent
34. uree
35. capilarelor peritubulare
36. tubul contort distal
37. tubul contort distal
38. creatinina
39. tubul colector
40. hormon antidiuretic (ADH)
41. ionului de sodiu şi altor ioni
42. glandei hipofize
43. aldosteronul
44. apei
45. aldosteron
46. ficat
47. negativă
48. diabetului zaharat
49. hemoglobină
50. micţiune

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

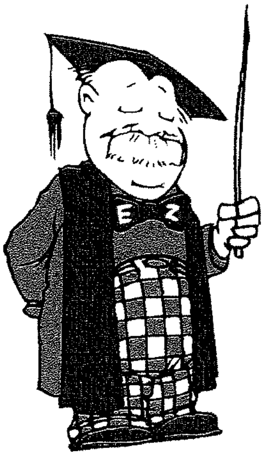
1. C
2. A
3. C
4. D
5. B
6. B
7. B
8. C
9. A
10. D
11. D
12. C
13. C
14. D
15. B
16. C
17. D
18. A
19. A
20. C
21. B
22. C
23. C
24. C
25. A

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals

1. coloana vertebrală
2. medulara
3. A
4. aferente
5. filtrare
6. proteine
7. capsula Bowman
8. tubul contort proximal
9. arteriola eferentă
10. glucoză
11. osmoză
12. clorură de sodiu
13. medulara
14. A
15. pasiv
16. A
17. tubul colector
18. hipotalamus
19. sodiu
20. Addison
21. ficat
22. A
23. bărbaţi
24. ficat
25. A

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Durerea este dată de peristaltismul ureterelor lui Uri, care comprimă pietrele în timp ce sunt împinse către vezica urinară. Undele peristaltice apar la intervale de aproximativ cinci minute. Pietrele din rinichi sunt prea mari ca să treacă ușor prin uretere, astfel încât ele provoacă durere.



21

Echilibrul hidro-electrolitic și acido-bazic

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie echilibrul hidro-electrolitic şi mecanismele de control al echilibrului acido-bazic din organism. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- deosebiţi conţinutul de apă din organism în funcţie de sex şi să explicaţi diferenţele;
- deosebiţi compartimentele lichidiene ale organismului;
- deosebiţi electroliţii de alţi solviţi;
- comparaţi concentraţiile relative ale solviţilor din compartimentul extra- şi intracelular (reprezentate în special de electroliţi şi proteine), identificând efectele lor în aceste compartimente;
- deosebiţi mecanismele mişcării lichidelor între compartimente;
- enumeraţi căile aportului şi ale pierderilor de lichide;
- identificaţi factorii care controlează setea şi conţinutul de apă al organismului, inclusiv hormonii;
- descrieţi cauzele şi consecinţele dereglării homeostaziei lichidelor în organism;
- identificaţi mecanismele de control al balanţei electroliţilor şi pH-ului;
- deosebiţi formele de acidoză şi alcaloză, explicând mecanismele reglării pH-ului;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Fluidele corpului: compartimentele lichidiene, mişcările apei între compartimente şi controlul acestor mişcări
- Echilibrul electrolitic: controlul sodiului, potasiului şi al altor ioni
- Echilibrul acido-bazic: sisteme tampon şi reglare
- Întrebări recapitulative

Homeostazia mediului intern depinde de echilibrul lichidelor, electroliților, acizilor și bazelor. În organismul normal, nivelul fluidelor și al electroliților rămâne constant și aportul de apă și electroliți este echilibrat prin pierderile selective de la nivelul aparatului excretor. Dacă apar pierderi serioase de lichide și electroliți, înlocuirea lor imediată este foarte importantă.

Electroliții sunt produșii substanțelor care disociază în componenți încărcați electric atunci când se dizolvă în apă. De exemplu, clorura de sodiu (NaCl) disociază în ioni de sodiu (Na^+) și clor (Cl^-), care sunt electroliți încărcați electric. Un **acid** este un compus chimic care eliberează ioni de hidrogen în soluție. O **bază**, în schimb, este compusul chimic care preia ioni de hidrogen dintr-o soluție și o lasă cu exces de ioni hidroxil (OH). Exemple de acizi în corpul uman sunt acidul clorhidric și acidul lactic. Un exemplu de bază prezentă în organismul uman este amoniacul (NH_3).

FLUIDELE CORPULUI

Conținutul de fluide al corpului se referă la cantitatea de apă din corp. Aceasta poate varia, depinzând de greutate, sex, vârstă și conținutul de grăsime al corpului. Astfel, femeile au un conținut de apă relativ mai mic decât bărbații pentru că organismul lor conține un procent mai mare de grăsimi, iar țesutul adipos conține foarte puțină apă celulară. La un adult, apa reprezintă aproximativ 60% din greutatea corporală la bărbați și 50% la femei.

COMPARTIMENTELE LICHIDIENE

Conținutul total de apă regăsit în organismul uman poate fi delimitat în două compartimente lichidiene: intracelular și extracelular. **Compartimentul intracelular** reprezintă lichidele din toate celulele corpului uman. Aproape două treimi din conținurul de apă al organismului se regăsesc în acest compartiment. **Compartimentul extracelular** constă în lichidele din afara celulelor (Figura 21.1). Acesta din urmă asigură un mediu relativ constant pentru celule. Circa o treime din conținutul de apă al organismului se regăsește în acest compartiment din care circa 25% în plasma sanguină și circa 75% în lichidul interstițial și limfă. **Lichidul interstițial** înconjoară celulele organismului, iar **limfa** se găsește în vasele limfatice (Capitolul 16).

Aproximativ 1% din lichidul extracelular este **lichidul transcelular**. Acesta este separat de alte lichide ale corpului prin straturi de celule epiteliale. Lichidul transcelular include: lichidul cerebro-spinal (cefalorahidian), lichidul sinovial, transpirația, lichidul din pericard, pleură și peritoneu, dar și lichidul din camerele oculare, tractul digestiv, respirator, urinar.

Lichidul extracelular conține cantități mari de ioni de sodiu, clor și bicarbonat, și cantități mici de ioni de potasiu, magneziu, calciu, fosfat, sulfat și ioni organici. Plasma este un lichid bogat în proteine, în timp ce lichidul interstițial este sărac în proteine. Lichidul intracelular conține cantități mici de sodiu și mari de potasiu, mai ales datorită activității pompei Na-K din membrana celulelor. În interiorul celulelor, concentrația de proteine este, în general, ridicată, deoarece acestea sunt sintetizate constant pentru a fi folosite în funcțiile celulare.

DE REȚINUT
Sodiul se găsește în concentrații mari extracelular și în concentrații mici intracelular. Potasiul se află în concentrații mari intracelular și mici extracelular.

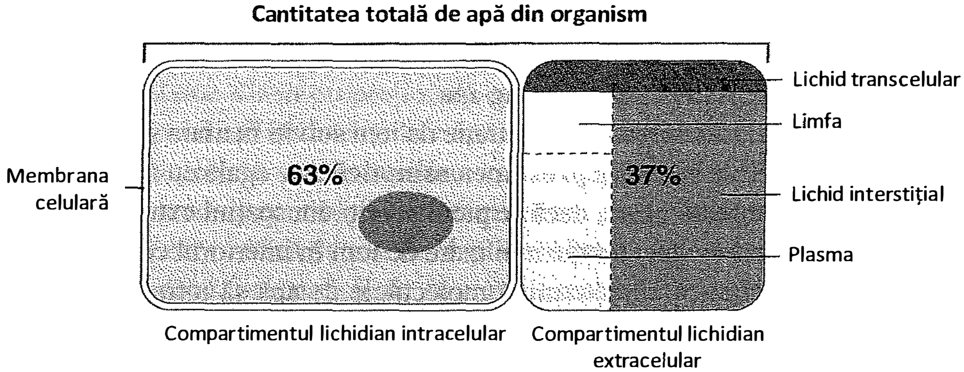


FIGURA 21.1 Cele două mari compartimente lichidiene ale organismului. Observaţi cantităţile relative, procentuale de apă în cele două compartimente şi cantităţile relative în compartimentul extracelular.

Apa intră în organism prin aport alimentar, din tractul digestiv, sau rezultă din reacţii chimice, ce au ca produs final apa (Capitolul 2). Pierderile de apă se realizează prin câteva căi: rinichii excretă urina, plămânii elimină apa prin aerul expirat, pielea elimină apa prin transpiraţie şi intestinele elimină apa prin fecale. În general, aportul de apă este egal cu pierderile de apă din organism (Figura 21.2).

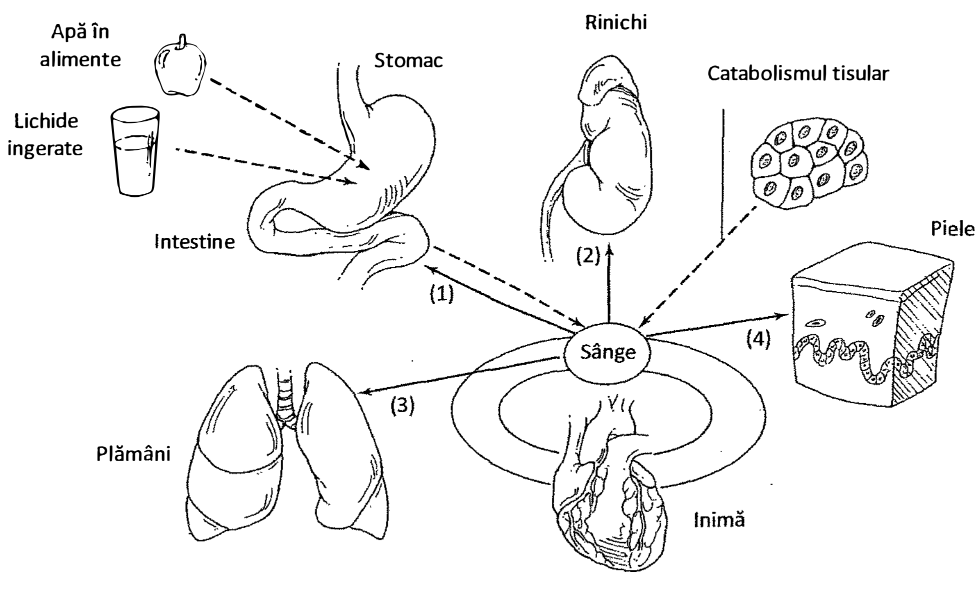


FIGURA 21.2 Diversele căi de pătrundere a apei în sânge (liniile întrerupte) şi patru căi de eliminare a apei din sânge în exterior (liniile continue).

DEPLASAREA APEI ÎN ORGANISM

Apa se deplasează în şi din celule ca rezultat al **osmozei**. Osmoza este difuziunea apei printr-o membrană semipermeabilă (membrana celulară), dintr-o regiune cu conţinut

mai mare de apă spre o regiune cu conţinut mai mic de apă. Altfel spus, osmoza este deplasarea apei dintr-o regiune cu concentraţie mică de solviţi spre o regiune cu concentraţie mare de solviţi. Astfel, solviţii atrag apa.

În mod normal, există aceeaşi concentraţie de ioni solviţi în afara şi în interiorul celulei. În aceste condiții, se spune că **presiunea osmotică** este egală cu zero şi, astfel, nu se deplasează în nicio direcţie. Însă, dacă se pierd solviţi din spaţiul extracelular, echilibrul se modifică, rezultând o concentraţie mai mare de ioni în interiorul celulei. Se stabileşte astfel o presiune osmotică ce determină moleculele de apă să intre prin membrană în interiorul celulei, în sensul concentraţiei mai mari de solviţi, până când echilibrul este din nou restabilit.

Între plasmă şi lichidul interstiţial există o deplasare constantă a apei prin membrana care tapetează capilarele. Presiunea osmotică, datorată proteinelor, este responsabilă în mare parte de mişcările apei. Excesul de lichid şi proteine din spaţiul interstiţial este drenat prin sistemul limfatic înapoi în circulaţia sanguină pentru a se restabili homeostazia.

REGLAREA ECHILIBRULUI HIDRIC

În organism există câteva mecanisme care menţin echilibrul hidric, asigurând balanţa între aport şi pierderi. Unul din mecanisme este **setea**, dorinţa conştientă de a bea apă. Ea este controlată de un centru nervos din **hipotalamus**, unde se găsesc neuroni numiţi **osmoreceptori**. Când o persoană nu bea apă, îi scade secreţia salivară şi apar, astfel, gura uscată şi senzaţia de sete. De asemenea, scăderea volumului sanguin şi creşterea concentraţiei solviţilor din plasmă (de exemplu sarea) semnalizează nevoia de apă. Osmoreceptorii se „zbârcesc", se depolarizează şi trimit impulsuri către cortexul cerebral pentru a stimula senzaţia de sete şi dorinţa de a bea apă. Baroreceptorii din sistemul cardiovascular răspund, de asemenea, la scăderea volumului plasmatic (Capitolul 15) şi trimit impulsuri spre zonele receptoare din hipotalamus.

Aportul de apă depinde, de asemenea, şi de activitatea hormonală. De exemplu, volumul de urină este determinat de rata de filtrare glomerulară şi de cantitatea de apă reabsorbită în tubii nefronului. Rata reabsorbţiei tubulare este controlată de **hormonul antidiuretic (ADH)**, care este eliberat ca răspuns la aceiaşi stimuli ca şi senzaţia de sete. ADH-ul creşte absorbţia apei din tubi, rezultând un volum mai scăzut de urină, adică o urină mai concentrată. De asemenea, rinichii eliberează un hormon numit **renină**. Renina activează producţia de angiotensină II de către plămâni, care creşte senzaţia de sete la nivelul encefalului. **Aldosteronul**, un hormon corticosuprarenalian, reglează reabsorbţia de apă, ca răspuns la activarea sistemului renină-angiotensină-aldosteron. Angiotensina II stimulează secreția de aldosteron, care acţionează la nivelul tubilor, crescând absorbţia ionilor de sodiu. Moleculele de apă vor urma apoi ionii de sodiu.

DEPLASAREA FLUIDELOR PRIN MEMBRANA CAPILARĂ

Cantitatea de sânge care curge printr-un vas de sânge într-o perioadă de timp este determinată de doi factori importanţi: presiunea sanguină şi rezistenţa, care reprezintă forţa ce se opune fluxului sanguin, măsurată prin forţa de frecare din vasele de sânge.

Rezistența la curgere este influențată de trei factori: vâscozitatea sanguină, care depinde de proporția globulelor roșii și a solviților în lichidul sanguin, lungimea vaselor de sânge (deoarece rezistența este direct proporțională cu lungimea vasului), și diametrul vasului (cu cât este mai mic, cu atât rezistența la curgere este mai mare).

Când sângele curge prin vasele capilare, apa se deplasează între plasmă și lichidul interstițial. Mecanismul de control al acestei mișcări a apei este cunoscut ca **legea Starling a capilarelor**, care indică sensul de deplasare între capilare și lichidul interstițial (Figura 21.3). Cele două forțe principale de control sunt presiunea hidrostatică și cea coloid-osmotică a sângelui. **Presiunea hidrostatică** este dată de presiunea apei din sânge. Ea este responsabilă de mișcarea lichidelor din capilar înspre lichidul interstițial. **Presiunea coloid-osmotică**, din contră, depinde de prezența proteinelor plasmatice, cum ar fi albumina. Proteinele plasmatice atrag apa prin peretele capilar, prin osmoză. Proteinele plasmatice există în plasmă în stare coloidală și se găsesc în concentrație mai mare în capilare decât în lichidul interstițial din jurul capilarelor.

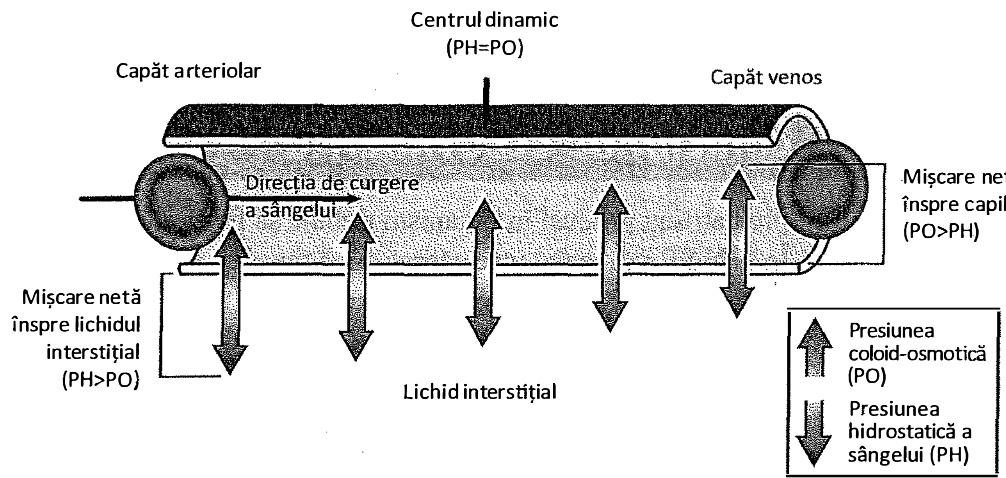


FIGURA 21.3 Legea Starling a capilarelor. La extremitatea arteriolară a capilarului, presiunea hidrostatică (PH) este mai mare decât presiunea coloid-osmotică (PO), iar mișcarea netă a apei este dinspre capilar spre lichidul interstițial. La extremitatea venoasă a capilarului, presiunea coloid-osmotică (PO) este mai mare decât cea hidrostatică (PH), iar mișcarea netă a apei este dinspre lichidul interstițial spre interiorul capilarului. La nivelul centrului dinamic al capilarului, presiunea hidrostatică este egală cu cea coloid-osmotică și nu există mișcare netă a apei.

Conform legii lui Starling, la extremitatea arterială a capilarului, apa părăsește capilarul și intră în spațiul interstițial, deoarece presiunea hidrostatică (presiunea arterială) depășește presiunea coloid-osmotică. Procesul se numește **filtrare** și este similar cu ceea ce se întâmplă în glomerulul renal. La extremitatea venoasă a capilarelor, apa părăsește spațiul interstițial și intră în capilare pentru că presiunea coloid-osmotică depășește presiunea hidrostatică (presiunea arterială). Acest proces se numește **reabsorbție**. O parte a fluidului ce a ajuns în spațiul interstițial intră în capilarele limfatice datorită presiunii osmotice ce se dezvoltă în acestea.

Mişcarea lichidelor între spaţiul interstiţial şi mediul intracelular este controlată de aceleaşi presiuni. Presiunea hidrostatică tinde să fie stabilă, iar solviţii prezenţi intracelular şi extracelular sunt echivalenţi. De aceea, orice mişcare a lichidelor între mediul intra- şi extracelular se datorează modificărilor presiunii osmotice şi nu a presiunii hidrostatice. De exemplu, dacă concentraţia ionilor de Na^+ este mare în afara celulei, apa va ieşi din celulă prin membrana celulară, ca răspuns la presiunea osmotică. Astfel, celula va avea tendinţa de micşorare.

Edemele reprezintă o cantitate mare de lichid acumulată anormal în ţesutul interstiţial şi pot avea multe cauze. De exemplu, presiunea hidrostatică din capilare poate să crească datorită unei obstrucţii la nivel venos produsă de o tromboză venoasă sau prin staza din insuficienţa cardiacă; în aceste condiţii, lichidul este împins în afara capilarelor. O altă cauză poate fi scăderea conţinutului de proteine în plasmă (în urma malnutriţiei, bolilor hepatice, bolilor renale sau a creşterii permeabilităţii capilare), scăzând astfel presiunea osmotică. Astfel, scade forţa de reabsorbţie a lichidelor înapoi în capilare. O ultimă cauză poate fi creşterea volumului extracelular în urma retenţiei de lichide din insuficienţa renală.

ECHILIBRUL ELECTROLITIC

Cantitatea electroliţilor preluaţi sau produşi în organism trebuie să fie egală cu cea care se pierde din organism. În lichidul extracelular se găsesc două tipuri de ioni: **cationii** (de exemplu Na^+), care sunt încărcaţi pozitiv; şi **anionii** (de exemplu Cl^-) care sunt încărcaţi negativ. Electroliţii se obţin din alimente, lichide şi reacţii metabolice. Pierderea lor se realizează prin fecale, transpiraţie şi, mai ales, prin rinichi în procesul formării urinei.

IONII DE SODIU

Ionii de sodiu reprezintă aproximativ 90% din totalul cationilor din lichidul extracelular. Când aportul de sodiu depăşeşte pierderile, apa este reţinută în organism şi volumul plasmatic şi al lichidelor extracelulare creşte. Pot rezulta edeme şi creştere în greutate. Când pierderile depăşesc aportul, apare o scădere a volumului plasmatic şi a lichidelor extracelulare, iar presiunea arterială scade.

Reglarea nivelului de sodiu din organism este legată de formarea urinei la nivel renal, mai ales la nivel glomerular. Când presiunea arterială scade, fluxul sanguin de la nivel glomerular se reduce, deci se filtrează mai puţin sodiu. Pe măsură ce concentraţia de sare şi apă creşte, va creşte presiunea arterială şi, consecutiv, excreţia de sodiu.

Reabsorbţia sodiului la nivel renal este reglată de aldosteron (Capitolul 20), care acţionează la nivelul tubilor contorţi distali şi colectori, dar şi la nivelul glandelor sudoripare şi a tractului gastrointestinal. Secreţia aldosteronului face parte din sistemul renină-angiotensină-aldosteron. **Renina** este o substanţă eliberată din aparatul juxtaglomerular al nefronului, dacă scade presiunea sanguină sau concentraţia sodiului în sânge, sau dacă s-au pierdut cantităţi mari de apă (Figura 21.4). În plasmă, renina reacţionează cu **angiotensinogenul**, o proteină sintetizată în ficat, şi o transformă în **angiotensină I**. În

plămâni, angiotensina I este transformată în **angiotensină II**. Aceasta din urmă stimulează eliberarea de aldosteron din corticala suprarenalei. De asemenea, declanşează setea şi secreţia de hormon antidiuretic şi ACTH. Mai mult, produce constricţia vaselor de sânge şi creşte presiunea arterială. Toate aceste acţiuni afectează fie direct, fie indirect, reabsorbţia sodiului la nivel renal.

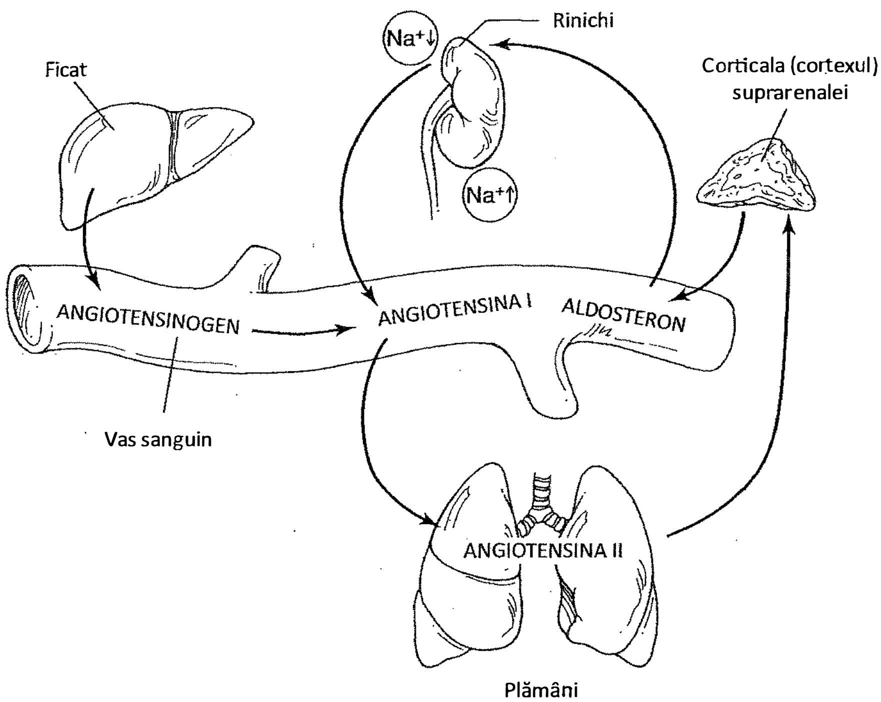


FIGURA 21.4 Sistemul renină-angiotensină-aldosteron implicat în reglarea sodiului. Renina din rinichi reacționează cu proteina hepatică angiotensinogen și o transformă în angiotensină I. În plămâni, angiotensina I se transformă în angiotensină II, care stimulează secreția aldosteronului de către corticala suprarenalei. Aldosteronul reglează reabsorbția sodiului din tubii renali.

Aldosteronul reglează și nivelul ionilor de potasiu. Creșterea concentrației ionului de potasiu reprezintă un stimul important al secreției de aldosteron și se pare că ionul de potasiu acționează direct asupra corticalei suprarenaliene. Apoi, aldosteronul stimulează secreția ionilor de potasiu în urină și reabsorbția ionilor de sodiu.

POTASIUL

Potasiul este cationul intracelular cel mai important. Intervine în activitatea electrică a nervilor și a mușchilor și, la fel ca și sodiul, menține echilibrul osmotic din celulă. În lichidul extracelular, potasiul influențează echilibrul acido-bazic. Nivelul de potasiu din sânge este reglat de către aldosteronul secretat de către corticala suprarenalei. Deficitul

de potasiu poate rezulta în urma diareei, bolilor renale sau edemelor. Excesul de potasiu apare în urma insuficientei eliminări renale. Excesul de potasiu poate provoca fibrilații cardiace, iar deficitul cauzează aritmii.

ALȚI IONI

Alți ioni aflați în echilibru în organism sunt calciul, magneziul, sulfații, clorurile, fosfații și bicarbonatul. Ionii de **calciu** sunt reglați de hormonii glandelor paratiroide (Capitolul 13) și de calcitonina secretată de tiroidă. Ionii de calciu au rol în coagulare, contracția musculară, activitatea hormonală, conductivitatea nervoasă și reprezintă o componentă structurală a dinților și a oaselor.

Cel mai comun anion extracelular este ionul de **clor**, care este aproape totdeauna legat de sodiu. Ionii de clor asigură un mediu izotonic pentru celule și contribuie la stabilitatea presiunii osmotice intra- și extracelulare (Figura 21.5). Ionii de clor sunt excretați în sucul gastric sub forma acidului clorhidric și, de regulă, sunt reabsorbiți în porțiunea terminală a tractul gastrointestinal. Concentrația ionilor de clor și a altor anioni este asigurată de mecanisme reglatoare secundare. De exemplu, ionii de clor sunt atrași electric de către ionii de sodiu în timpul reabsorbției.

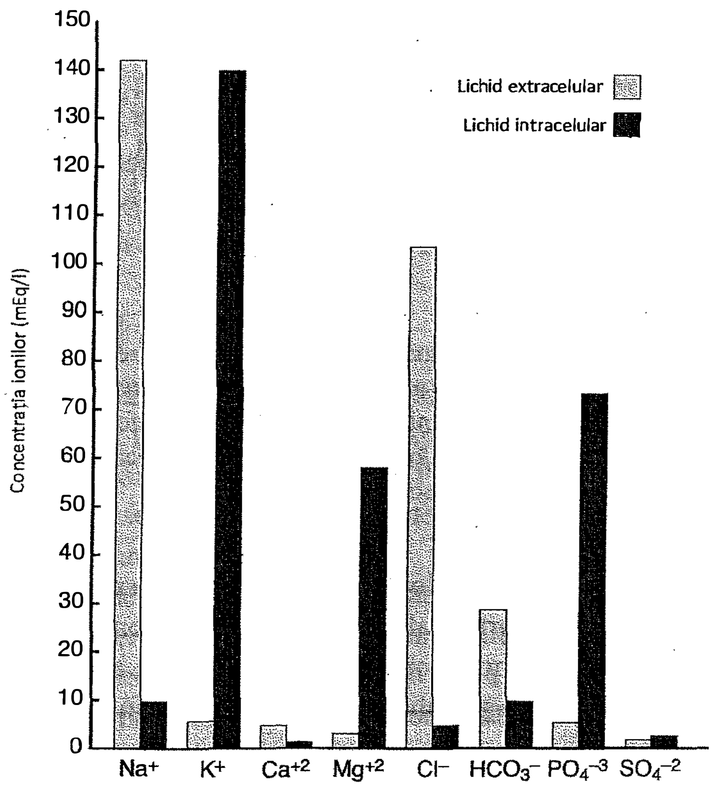


FIGURA 21.5 Concentrațiile relative ale diferiților ioni în lichidele intra- și extracelulare ale organismului.

ECHILIBRUL ACIDO-BAZIC

Echilibrul între acizii şi bazele din organism este influențat de reglarea concentrației ionilor de hidrogen în lichidele organismului. Această concentrație, exprimată sub formă de pH, influențează activitatea enzimelor celulare şi menține structura celulară normală şi permeabilitatea membranei celulare.

După cum s-a amintit, acizii (de exemplu acidul clorhidric şi acidul lactic) sunt compuşi chimici care eliberează ioni de hidrogen în soluție, în timp ce bazele (hidroxidul de sodiu şi amoniacul) acceptă ioni de hidrogen dintr-o soluție. Spre deosebire de acizii slabi, **acizii tari** disociază complet producând un număr maxim posibil de ioni de hidrogen. Acidul clorhidric este un acid tare, în timp ce acidul carbonic este unul slab.

Există multe surse de ioni de hidrogen în procesele metabolice ale organismului. De exemplu, în timpul respirației, dioxidul de carbon reacționează cu apa şi formează acid carbonic, care apoi disociază şi formează ioni de bicarbonat şi de hidrogen. Degradarea acizilor graşi şi a aminoacizilor produce, de asemenea, acizi.

Reglarea concentrației ionilor de hidrogen în organism se realizează în primul rând cu ajutorul sistemelor tampon acido-bazice, prin activitatea centrului respirator din trunchiul cerebral şi prin intervenția rinichilor.

SISTEMELE TAMPON

Un **sistem tampon** este o soluție care împiedică modificările substanțiale ale pH-ului atunci când cantități mici de acid sau bază sunt adăugate soluției. De obicei, un sistem tampon conține un acid slab şi o sare a acestuia. Un exemplu este **sistemul acid carbonic-bicarbonat de sodiu**: acesta este o soluție ce conține atât acid carbonic, cât şi bicarbonat de sodiu. Dacă se adaugă un acid puternic, precum acidul clorhidric, acesta va reacționa cu ionii de bicarbonat (HCO_3^-) ai bicarbonatului de sodiu ($NaHCO_3$) şi va produce acid carbonic şi clorură de sodiu. Acidul carbonic este un acid mai slab decât acidul clorhidric şi, astfel, creşterea numărului ionilor de hidrogen din soluție va fi minimă. Acidul carbonic disociază apoi în apă şi dioxid de carbon, iar moleculele de apă ajută la eliminarea ionilor de hidrogen ai acidului, în timp ce dioxidul de carbon creşte frecvența respiratorie pentru a elimina atomii de carbon (Figura 21.6). Dacă unei soluții i se adaugă o bază puternică, precum hidroxidul de sodiu, aceasta va reacționa cu acidul carbonic din sistemul tampon, va produce bicarbonat de sodiu, o bază mai slabă decât hidroxidul de sodiu şi astfel se va produce o modificare minimă a pH-ului.

Un alt sistem tampon este **sistemul tampon fosfat**. Acesta constă din fosfat monoacid de sodiu (Na_2HPO_4) care este o bază slabă, şi fosfat diacid de sodiu (NaH_2PO_4) care este un acid slab.

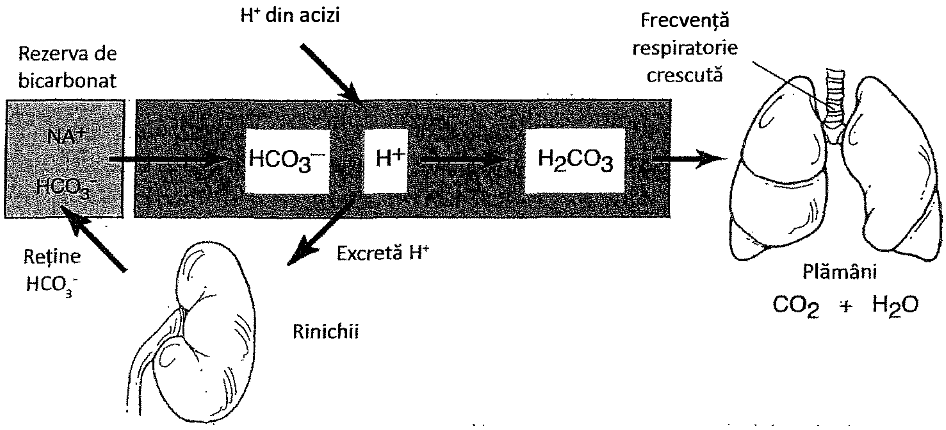


FIGURA 21.6 Acțiunea tampon a ionilor bicarbonat (HCO_3^-) din bicarbonatul de sodiu ($NaHCO_3$) atunci când ionii de hidrogen proveniți de la un acid intră în sistem. Ionii de hidrogen reacționează cu bicarbonatul și produc acid carbonic, care disociază în dioxid de carbon și apă. Apa este eliminată din organism pe diferite căi, iar CO_2 stimulează frecvența respirației pentru a elimina prin plămâni excesul de atomi de carbon. Ionii de hidrogen sunt, de asemenea, eliminați prin rinichi unde sunt folosiți și pentru a forma o rezervă de ioni bicarbonat.

Cel mai puternic sistem tampon din organism este **sistemul tampon al proteinelor**, care constă din proteinele intracelulare (de exemplu hemoglobina) și proteinele plasmatice extracelulare (albumina). Proteinele au grupări amino și grupări carboxil în aminoacizii constituenți. Grupările amino acționează ca baze, iar grupările carboxil ca acizi. Prin eliberarea ionilor de hidrogen din grupările carboxil sau prin acceptarea ionilor de hidrogen de către grupările amino, proteinele acționează ca acizi sau baze și se comportă ca un sistem tampon.

REGLAREA ECHILIBRULUI ACIDO-BAZIC PRIN RESPIRAȚIE

În trunchiul cerebral se găsește centrul respirator care ajută la reglarea concentrației ionilor de hidrogen prin controlul frecvenței și amplitudinii respirației (Capitolul 17). De exemplu, când producția de dioxid de carbon crește la nivel celular, cum se întâmplă în efortul fizic, crește conținutul de acid carbonic din sânge. Acesta disociază și eliberează ioni de hidrogen care produc creșterea acidității sângelui. Aciditatea stimulează receptorii chimici ai centrului respirator, iar acesta crește frecvența și amplitudinea respirației pentru a elimina mai mult dioxid de carbon din plămâni. Prin pierderea dioxidului de carbon, concentrația ionilor de hidrogen scade, deoarece există mai puțin acid carbonic în sânge.

DE REȚINUT
Ventilația deficitară poate determina acidoză respiratorie, iar hiperventilația poate cauza alcaloză respiratorie.

Dacă respirația este îngreunată, de exemplu în pneumonie sau bronșită, dioxidul de carbon se acumulează și cauzează **acidoza respiratorie**.

Dimpotrivă, hiperventilația cauzează pierdere de dioxid de carbon și rezultă **alcaloza respiratorie**.

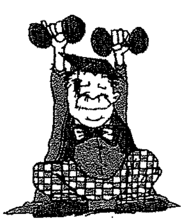
REGLAREA RENALĂ A ECHILIBRULUI ACIDO-BAZIC

Rinichii reglează echilibrul acido-bazic la diferite niveluri, în timpul excreției ionilor de hidrogen în urină. De exemplu, moleculele de dioxid de carbon difuzează din plasmă în celulele epiteliale ale tubilor renali și formează, împreună cu apa, acidul carbonic. Acesta disociază în ioni de hidrogen și ioni de bicarbonat, iar ionii de hidrogen sunt transportați în lumenul tubular pentru a fi excretați în urină. Astfel, aciditatea plasmatică se reduce.

De asemenea, pe măsură ce ionii de hidrogen sunt secretați, ionii de sodiu sunt preluați în celulele epiteliale ale tubilor. Ionii de sodiu și de bicarbonat sunt transportați din celulele tubulare în interstițiul renal și apoi în sânge. Când sângele este alcalin, secreția ionilor de hidrogen descrește și scade nivelul lor în urină. Ionii de bicarbonat sunt reabsorbiți în cantitate mai mică, rămân în urină și sunt eliminați. Pierderea ionilor de bicarbonat ameliorează alcaloza (pentru că ionul bicarbonat se comportă ca o bază).

Reglarea este realizată și prin sistemul tampon fosfat. Sistemul tampon fosfat se concentrează în tubii renali și leagă ionii de hidrogen din lichidul tubular pentru a-i elimina prin urină. Astfel, ionii de hidrogen pot fi eliminați eficient fără a produce o urină prea acidă, fapt care ar putea dăuna celulelor din tractul urinar. Tamponarea se face, de asemenea, și prin sistemul amoniac-ioni de amoniu, prezenți în lumenul tubular. Amoniacul reacționează cu ionii de hidrogen formând ioni de amoniu, eliminând astfel ionii de hidrogen din sistem.

Statusul acido-bazic al organismului se evaluează în sângele arterial sistemic. pH-ul normal al sângelui arterial este de 7,4, în timp ce, în mod normal, sângele venos și lichidul interstițial sunt ușor mai acide. Scăderea pH-ului arterial sub 7,35 este denumită **acidoză**, în timp ce creșterea peste 7,45 este denumită **alcaloză**. Când cauza nu este respiratorie, atunci este metabolică și se denumește **acidoză metabolică** sau **alcaloză metabolică**. O persoană cu diabet dezechilibrat poate dezvolta acidoză metabolică din cauza corpilor cetonici acumulați în sânge.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Substanțele care disociază în componente încărcate electric atunci când se dizolvă în apă se numesc ________________________.
2. O bază este un compus chimic care preia ioni de hidrogen dintr-o soluție și lasă astfel soluția cu un exces de ________________________.
3. O baza întâlnită în mod uzual în organism este ________________________.

4. Într-o soluție, un acid eliberează ________________________.
5. Apa reprezintă aproximativ 50% din greutatea corpului în mod normal la un adult de sex ________________________.
6. Lichidele din interiorul celulelor corpului formează un compartiment numit ________________________.
7. Lichidele din compartimentul extracelular conțin aproximativ ________________________ din totalul apei din corp.
8. Aproximativ 75% din lichidul extracelular se găsește în lichidul interstițial și în ________________________.
9. Lichidul sinovial, transpirația și lichidul cerebro-spinal sunt diferite tipuri de ________________________.
10. Concentrația proteinelor din lichidul interstițial este de obicei scăzută, dar este ridicată în ________________________.
11. Apa părăsește organismul în urma proceselor fiziologice din plămâni, piele, intestine și ________________________.
12. Mecanismul principal prin care apa se deplasează din interstițiu în interiorul celulei și din celulă în afara ei este ________________________.
13. Majoritatea mișcărilor apei între plasmă și lichidul interstițial se datorează prezenței ________________________.
14. Mecanismul setei este reglat de către un centru nervos situat în ________________________.
15. Reabsorbția tubulară a apei din tubii renali este controlată de un hormon numit ________________________.
16. Aldosteronul controlează reabsorbția apei din rinichi prin intermediul activității sale de reabsorbție a ________________________.
17. Vâscozitatea sângelui și lungimea vasului de sânge influențează curgerea sângelui prin factorul numit ________________________.
18. Mecanismul ce controlează fluxul de apă între plasmă și lichidul interstițial este denumit ________________________.
19. Presiunea apei din sânge este denumită ________________________.
20. Presiunea coloid-osmotică din capilare depinde de prezența în plasmă a ________________________.
21. Conform legii lui Starling, la capătul arterial al capilarului apa părăsește capilarul și intră în lichidul interstițial pentru că presiunea hidrostatică este mai mare decât ________________________.

22. Pierderea apei la capătul arterial al capilarului este similară cu procesul ce are loc în glomerulul renal şi de aceea se numeşte ________________________.

23. La capătul venos al capilarului, apa părăseşte spaţiul interstiţial şi intră în capilare pentru că presiunea coloid-osmotică este mai mare decât ________________________.

24. Deplasarea apei la capătul venos al capilarului se numeşte ________________________.

25. Deplasarea fluidelor între spaţiul interstiţial şi cel intracelular este controlată de presiunea numită ________________________.

26. Prezenţa unei cantităţi de apă anormal de mare în spaţiul interstiţial cauzează ________________________.

27. Ionii încărcaţi negativ se numesc ________________________.

28. Electroliţii ajung în organism prin ingestia de apă, reacţii metabolice şi ________________________.

29. Aproximativ 90% din cationii lichidului extracelular constau în ________________________.

30. Aparatul juxtaglomerular al nefronului secretă o substanţă ce reglează nivelul sodiului, numită ________________________.

31. Eliberarea aldosteronului care reglează reabsorbţia sodiului în tubii renali este stimulată de o substanţă numită ________________________.

32. Pe lângă reglarea concentraţiei ionilor de sodiu, aldosteronul reglează şi nivelul de ________________________.

33. Niveluri excesive ale ionilor de potasiu pot cauza fibrilaţii ale ________________________.

34. Ionul care intervine în coagularea sângelui, contracţia musculară şi conducerea nervoasă, şi care este în acelaşi timp o componentă structurală a osului şi a dinţilor, este ________________________.

35. Reglarea nivelului de calciu în organism se realizează prin hormoni secretaţi de glandele paratiroide şi de ________________________.

36. Numărul maxim de ioni de hidrogen într-o soluţie este generat de un ________________________.

37. Un exemplu de acid slab este ________________________.

38. Concentraţia ionilor de hidrogen în lichidele corpului se exprimă ca şi ________________________.

39. Un sistem tampon este folosit pentru a preveni modificări substanţiale ale ________________________ soluţiei.

40. O soluție tampon conține de obicei un acid slab și o ________________________.

41. Proteinele acționează ca un sistem tampon puternic în organism deoarece conțin grupări carboxil și ________________________.

42. Centrul respirator ajută la reglarea echilibrului acido-bazic prin controlul frecvenței ________________________.

43. În timpul unui efort fizic intens, celulele cresc producția de dioxid de carbon, care duce la creșterea conținutul sanguin de ________________________.

44. Una dintre cele mai importante proteine plasmatice care au rol de tampon este ________________________.

45. Rinichii ajută la menținerea echilibrului acido-bazic prin excretarea ionilor de hidrogen în ________________________.

46. În rinichi, în caz de alcaloză se excretă ________________________.

47. Ionii de hidrogen pot fi eliminați prin reacția între hidrogen și amoniac pentru a produce ________________________.

48. Pentru determinarea statusului acid sau bazic al organismului se prelevează probe din ________________________.

49. În mod normal, pH-ul sângelui arterial este ________________________.

50. Dacă nivelul pH-ului crește peste nivelul normal, este vorba de ________________________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Următorii sunt electroliți importanți în organism, *cu excepția*
   A. ionilor de potasiu
   B. ionilor de carbon
   C. ionilor de clor
   D. ionilor de sodiu

2. O bază este definită ca un compus chimic care
   A. scoate ionii de hidrogen dintr-o soluție
   B. adaugă clorură de sodiu unei soluții
   C. adaugă ioni de hidrogen unei soluții
   D. elimină ionii de sodiu dintr-o soluție

3. Compartimentul fluid intracelular se referă la apa ce se află în
   A. oase
   B. spațiile din afara celulelor
   C. zonele din tractul gastrointestinal
   D. toate celulele corpului

4. Aproximativ o treime din apa corpului se află în
   A. rinichi şi vezica urinară
   B. sânge
   C. compartimentul extracelular
   D. compartimentul transcelular

5. Lichidul interstiţial este în general sărac, în timp ce plasma este bogată în
   A. ioni de hidrogen
   B. ioni de sodiu şi clor
   C. proteine
   D. carbohidraţi

6. Apa părăseşte organismul prin următoarele mecanisme, *cu excepţia*
   A. aerului expirat
   B. reacţiilor metabolice din celule
   C. transpiraţiei
   D. fecalelor

7. În procesul de osmoză
   A. apa se deplasează dintr-o zonă cu concentraţie crescută de solviţi, într-una cu concentraţie joasă de solviţi
   B. apa se deplasează dintr-o zonă cu concentraţie scăzută de solviţi, într-una cu concentraţie crescută de solviţi
   C. ionii de sodiu se mişcă printr-o membrană semipermeabilă
   D. ionii de clor urmează mişcările sodiului spre o regiune cu concentraţie joasă

8. Când concentraţia solviţilor este aceeaşi în interiorul şi în afara celulelor, atunci
   A. apa părăseşte celulele
   B. apa intră în celule
   C. apa iese din celule în mediul transcelular
   D. presiunea osmotică este zero

9. Osmoreceptorii sesizează scăderea volumului sanguin şi creşterea concentraţiei sodiului, şi stimulează
   A. activitatea rinichilor
   B. secreţia salivară
   C. setea
   D. secreţia progesteronului

10. Aldosteronul şi ADH-ul au un rol important în
    A. balanţa hidrică a corpului
    B. reglarea concentraţiei de acizi din corp
    C. stimularea dorinţei conştiente de a bea apă
    D. activitatea sistemelor tampon

11. Legea Starling a capilarelor indică
    A. direcţia de deplasare a lichidelor între spaţiul interstiţial şi capilare
    B. ce nivel de proteine există în plasma sanguină
    C. eficienţa reninei
    D. trecerea ionilor de sodiu şi clor prin peretele capilar

12. La extremitatea venoasă a capilarului apa intră în capilar pentru că
    A. presiunea hidrostatică este mai mare decât cea coloid-osmotică
    B. ionii de potasiu se găsesc în interiorul capilarelor
    C. în lichidul interstițial se află o concentrație de acid mai mare
    D. presiunea coloid-osmotică o depășește pe cea hidrostatică

13. Care din următoarele pot fi o cauză a apariției edemelor în țesuturi?
    A. scăderea presiunii sanguine
    B. scăderea nivelului de proteine în plasmă
    C. ingestia unei cantități mari de carbohidrați prin dietă
    D. reducerea temperaturii la suprafața pielii

14. 90% dintre cationii lichidului extracelular sunt
    A. ioni hidroxil
    B. ioni de calciu
    C. ioni de sodiu
    D. ioni bicarbonat

15. Eliberarea aldosteronului din corticala suprarenalei este legată de prezența
    A. angiotensinei II sintetizată în plămâni
    B. reninei produse în măduva osoasă
    C. parathormonului secretat în paratiroide
    D. hormonilor sexuali, estrogeni și progesteron

16. Scăderea concentrației sodiului din sânge stimulează producția de
    A. ioni de potasiu din hidroxid de potasiu
    B. ioni de hidrogen din acizi tari
    C. renină în nefroni
    D. limfă în capilarele limfatice

17. Concentrația potasiului în sânge este reglată de
    A. enzimele potasiului
    B. aldosteron
    C. nivelul proteinelor plasmatice
    D. conținutul acid din sânge

18. Creșterea nivelului de potasiu din corp poate duce la
    A. aritmii cardiace
    B. scăderea contractilității musculare
    C. acumulare de acid în corp
    D. fibrilații cardiace

19. Sucul gastric conține
    A. calciu
    B. albumine
    C. angiotensină
    D. ioni de clor

20. Un exemplu de acid tare din organism este
    A. acidul carbonic
    B. acidul propionic
    C. acidul acetic
    D. acidul clorhidric

21. Un sistem tampon conține
    A. un acid tare şi o bază a lui
    B. un acid tare şi o sare a lui
    C. un acid slab şi o bază tare
    D. un acid slab şi o sare a acestui acid

22. Grupările carboxil ale aminoacizilor din proteine
    A. funcționează ca și baze
    B. preiau ioni de hidrogen din mediul înconjurător
    C. cresc aciditatea mediului înconjurător
    D. reacționează cu aminoacizii din proteine

23. Frecvența și amplitudinea respirației au un efect reglator asupra
    A. echilibrului acido-bazic
    B. metabolismului proteic
    C. cantității de apă ingerată
    D. ratei de degradare a grăsimilor

24. Pierderea ionilor bicarbonat prin urină
    A. amelioreaza statusul de alcaloză
    B. creşte excreția de proteine din corp
    C. are efect asupra conducerii nervoase
    D. modifică temperatura cutanată

25. Hiperventilația produce creşterea eliminării de dioxid de carbon prin plămâni şi
    A. acidoza metabolică
    B. alcaloză metabolică
    C. alcaloză respiratorie
    D. acidoză respiratorie

SECŢIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcaţi cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Un acid este un compus chimic care eliberează ioni de hidrogen într-o soluție.

2. Un adult de sex masculin are aproximativ 50% din greutatea corporală reprezentată de apă.

3. Compartimentul fluid extracelular constă din totalitatea lichidelor corpului din afara celulelor.

4. Aproximativ o pătrime din compartimentul fluid intracelular este plasma sanguină.
5. Lichidul transcelular este separat de alte lichide ale corpului prin stratul celulelor musculare.
6. Lichidul interstițial este în general bogat în proteine.
7. În general, cantitatea de apă ce iese din corp este mai mare decât cea care intră.
8. Când se pierd ioni din mediul extracelular, apa tinde să treacă prin membrana celulară în afara celulei.
9. Excesul de lichide și proteine poate fi înlăturat din lichidul interstițial de către sistemul circulator pentru a restabili homeostazia.
10. Locația osmoreceptorilor implicați în reglarea echilibrului hidric este într-un centru nervos din talamus.
11. Creşterea cantității de ADH în tubii renali duce la creșterea volumului de urină excretată de rinichi.
12. Legea lui Boyle stabileşte sensurile de deplasare ale lichidelor între capilar şi spațiul interstițial.
13. Presiunea exercitată de apă în sânge este presiunea coloid-osmotică a sângelui.
14. La extremitatea arterială a capilarului apa părăseşte capilarul pentru că presiunea hidrostatică este mai mare decât presiunea coloid-osmotică.
15. Edemele reprezintă o cantitate anormal de mare de lichide în spațiul interstițial cauzată de presiunea sanguină crescută sau de alte situații.
16. Anionii, ca de exemplu sodiul, sunt ioni cu sarcină pozitivă.
17. Când scade volumul sanguin, substanța numită angiotensină este eliberată din nefronii rinichiului.
18. Angiotensina II stimulează setea și inhibă secreția de hormon antidiuretic și ACTH.
19. Aldosteronul reglează nivelul de ioni de sodiu și de calciu.
20. Ionii de clor au rol în coagularea sângelui, contracția musculară, conducerea nervoasă, și în construcția dinților și a oaselor.
21. Într-un sistem tampon, o bază tare va reacționa cu un acid tare pentru virarea minimă spre alcalin a soluției.
22. Cel mai puternic sistem tampon din organism este sistemul tampon al clorurii de sodiu.
23. Creşterea metabolismului celular duce la scăderea concentrației de dioxid de carbon din sânge.

24. Statusul acido-bazic se evaluează din sângele sistemic venos.
25. Când pH-ul sanguin scade sub 7,35, datorită schimbului gazos inadecvat din plămâni, apare acidoza metabolică.

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Doris s-a rătăcit în deșert de două zile și are cu ea foarte puțină apă. Ce hormon ar trebui să fie în concentrație crescută în acest caz? Explicați de ce.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A – Completare

1. electroliți
2. ioni hidroxil
3. amoniacul
4. ioni de hidrogen
5. feminin
6. compartimentul fluid intracelular
7. o treime
8. limfă
9. lichide transcelulare
10. plasmă
11. rinichi
12. osmoza
13. proteinelor
14. hipotalamus
15. antidiuretic (ADH)
16. ionilor de sodiu
17. rezistență
18. legea Starling a capilarelor
19. presiune hidrostatică
20. proteinelor
21. presiunea coloid-osmotică
22. filtrare
23. presiunea hidrostatică
24. reabsorbție
25. presiune osmotică
26. edeme
27. anioni
28. alimente
29. ioni de sodiu
30. renină
31. angiotensină II
32. ioni de potasiu
33. cordului (inimii)
34. calciul
35. glanda tiroidă
36. acid tare
37. acidul carbonic
38. pH
39. pH-ului
40. sare
41. grupări amino
42. respirației
43. acid carbonic
44. albumina
45. urină
46. ioni bicarbonat
47. ioni de amoniu
48. sângele arterial sistemic
49. 7,4
50. alcaloză

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

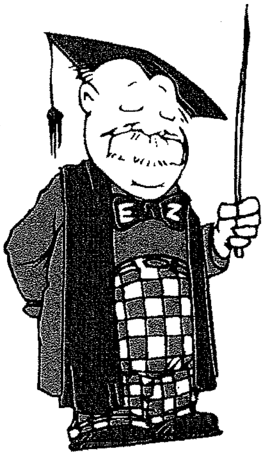
1. B	6. B	11. A	16. C	21. D
2. A	7. B	12. D	17. B	22. C
3. D	8. D	13. B	18. D	23. A
4. C	9. C	14. C	19. D	24. A
5. C	10. A	15. A	20. D	25. C

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. A
2. 60%
3. A
4. extracelular
5. epiteliale
6. sărac
7. egală cu
8. interiorul
9. limfatic
10. hipotalamus
11. scăderea
12. Starling
13. hidrostatică
14. A
15. A
16. cationii
17. renină
18. stimulează
19. potasiu
20. calciu
21. slab
22. proteinelor
23. creşterea
24. arterial
25. acidoză respiratorie

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Este de aşteptat să crească nivelul de ADH, pentru că organismul lui Doris încearcă să-şi conserve apa din corp şi să elimine doar urină foarte concentrată. ADH-ul este secretat pentru a preveni deshidratarea.



22

Sistemul reproducător masculin

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă concepte de bază ale anatomiei și fiziologiei sistemului reproducător masculin. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- identificați structurile anatomice ale sistemului reproducător masculin;
- asociați organele de reproducere masculine și glandele anexe cu funcțiile lor;
- identificați funcțiile celulelor testiculare interstițiale și sustentaculare (de susținere);
- identificați etapele spermatogenezei și funcțiile celulelor germinale;
- prezentați caracteristicile spermei și să asociați componentele ei cu funcțiile organelor anexe care le produc;
- identificați structurile și procesele implicate în mecanismul erecției peniene;
- explicați controlul procesului de ejaculare;
- explicați controlul hormonal al structurilor sistemului reproducător masculin;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul reproducător masculin este responsabil pentru producerea, stocarea, nutriția şi transportul celulelor reproducătoare masculine. Celulele reproducătoare se numesc **gameți**. Sistemul reproducător masculin şi feminin prezintă numeroase structuri similare: două organe de reproducere, numite **gonade**, care produc gameți şi hormoni; **ducte** care primesc şi transportă gameții; **glande şi organe anexe**, care secretă lichide ce sunt transportate prin ducte; şi un număr de organe şi glande auxiliare asociate procesului de reproducere, numite **organe genitale externe**. Sistemul reproducător masculin este tratat în acest capitol, sistemul reproducător feminin fiind prezentat în Capitolul 23.

TESTICULELE

Testiculele sunt organele masculine de reproducere (Figura 22.1). Funcția lor este de a produce hormonii şi spermatozoizii cu rol în procesele de reproducere masculină. Testiculul este un organ de formă ovalară, aplatizat, ce are aproximativ 5 cm lungime şi 2,5 cm lățime.

Testiculele se găsesc în **scrot**, o structură sacciformă (în formă de „sac"), cu pereți groşi, multistratificați, suspendată sub perineu şi anterior de anus. Scrotul este împărțit în două compartimente separate, câte unul pentru fiecare testicul. Limita dintre cele două compartimente este marcată de o proeminență îngroşată, localizată pe suprafața scrotală, cunoscută sub numele de **rafeu**. În straturile profunde ale pielii scrotului se află un muşchi subțire neted, numit **muşchiul dartos**. Când acesta se contractă, conferă un aspect încrețit suprafeței scrotului.

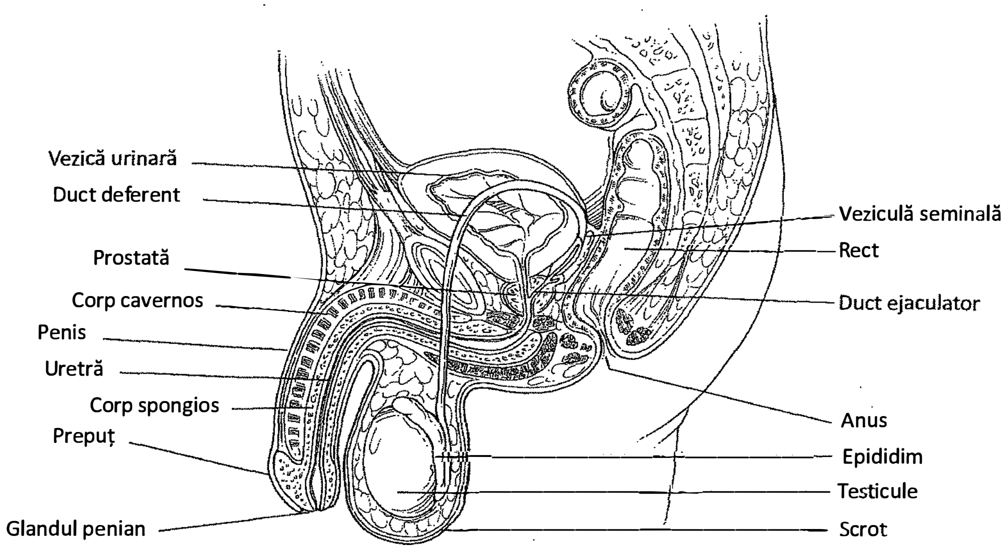


FIGURA 22.1 Imagine a sistemului reproducător masculin privit din partea laterală stângă.

DEZVOLTAREA TESTICULELOR

Testiculele se dezvoltă în timpul vieții fetale în cavitatea abdominală, lângă rinichi. Până la sfârşitul lunii a şaptea de sarcină, testiculele coboară în scrot, traversând musculatura abdominală; după naştere, în scrot temperatura este cu câteva grade mai scăzută decât în cavitatea abdominală. Un cordon de țesut fibros, numit **gubernaculum** este responsabil pentru tracționarea testiculelor în scrot. Dacă această coborâre nu are loc, se produce afecțiunea numită **criptorhidie**, situație care poate necesita intervenție chirurgicală pentru a aduce testiculele în scrot. Criptorhidia poate duce la infertilitate, deoarece temperatura din cavitatea abdominală este prea mare pentru producerea de spermatozoizi.

Pe măsură ce testiculul traversează peretele abdominal, el este însoțit de vase de sânge, nervi şi de ductul deferent, structura tubulară care pleacă de la nivelul testiculelor (Tabelul 22.1). Împreună, aceste structuri formează **cordonul spermatic**. Canalul ce străbate peritoneul şi care leagă compartimentele scrotului de cavitatea peritoneală este numit **canalul inghinal**. Acesta este un punct de slabă rezistență în peretele abdominal şi în peritoneu, şi poate fi locul de producere a herniilor inghinale. **Herniile** sunt protruzii ale oricărei structuri abdominale prin peretele abdominal.

TABELUL 22.1 ORGANELE IMPORTANTE ALE SISTEMULUI REPRODUCĂTOR MASCULIN

Organ	Funcție
Testicule	
Tubi seminiferi	Locul în care sunt produși spermatozoizii
Celule interstițiale	Produc hormoni sexuali masculini
Epididim	Locul unde spermatozoizii devin mobili; transportă spermatozoizii spre ductul deferent
Ductul deferent (vas deferens)	Transportă spermatozoizii spre ductul ejaculator
Vezicula seminală	Secretă un lichid alcalin ce conține nutrienți și prostaglandine
Glanda prostatică (prostata)	Secretă un lichid alcalin cu rolul de a neutraliza lichidul seminal și de a îmbunătăți motilitatea spermatozoizilor
Glanda bulbouretrală	Secretă mucus ce lubrifiază capătul penisului și substanțe alcaline care neutralizează aciditatea
Scrot	Conține și protejează testiculele
Penis	Transportă urina și sperma în afara corpului; organ al actului sexual; glandul penian este asociat cu senzații de plăcere în timpul stimulării sexuale

Fiecare testicul este format din mai mulți lobuli, separați între ei prin țesut conjunctiv. Lobulii, la rândul lor, sunt constituiți dintr-o serie de tubi strâns încolăciți (contorți), numiți **tubi seminiferi** (Figura 22.4). Epiteliul tubilor seminiferi este compus din două tipuri de celule: **celule germinale**, care produc spermatozoizii, și **celule sustentaculare** (sau de susținere). Între tubii seminiferi există o serie de **celule interstițiale**. Celulele interstițiale produc hormonii sexuali masculini, numiți androgeni, inclusiv testosteron. Fiecare testicul este învelit la exterior de o capsulă conjunctivă.

DE REȚINUT
Spermatozoizii sunt produși în tubii seminiferi.

Tubii seminiferi se unesc pentru a forma un plex, numit **rete testis (rețeaua testiculară)**. O serie de canale eferente, ce își au originea în porțiunea superioară a testiculelor, drenează rete testis, după care intră într-un tub încolăcit, cunoscut sub numele de **epididim**.

SPERMATOGENEZA

Procesul prin care iau naștere spermatozoizii se numește **spermatogeneză**. Spermatogeneza începe la nivelul stratului cel mai extern de celule germinale din tubii seminiferi. Celulele primordiale (stem), numite **spermatogonii** produc, prin diviziuni mitotice, celule, care sunt treptat împinse înspre lumenul (interiorul) tubului seminifer. Aceste celule sunt numite **spermatocite primare** (Figura 22.2). Spermatocitele suferă apoi o diviziune **meiotică**, un proces în care spematocitele cu 46 de cromozomi per celulă, suferă o diviziune reducțională, pentru a da naștere unor celule cu 23 de cromozomi per celulă (Tabelul 22.2). Celulele care rezultă din meioză sunt numite **spermatide**. Spermatidele se maturează și formează **spermatozoizii**, prezenți în lumenul tubului seminifer.

TABELUL 22.2 ETAPELE CELOR DOUĂ FAZE ALE MEIOZEI

Faza	Procesul
Faza I (prima diviziune meiotică)	
Profaza I	Cromozomii omologi formează o tetradă în cadrul complexului sinaptonemal. Cromatidele cromozomilor omologi se suprapun, formând chiasme. Segmentele de cromatide pot trece de pe o cromatidă pe alta, crescând variabilitatea genetică
Metafaza I	Cromozomii pereche se grupează independent, pe măsură ce se aliniază în placa metafazică (ecuatorială)
Anafaza I	Cromozomii pereche se separă și se deplasează spre polii opuși ai celulei. Centromerii cromozomilor duplicați nu se divid
Telofaza I și Citokineza	Cromozomii pereche separați sunt distibuiți în mod egal între cele două celule fiice
Faza II (a doua diviziune meiotică)	
Interfaza	Faza intermediară în care nu are loc replicarea ADN
Profaza II	Cromozomii se condensează și se deplasează spre centrul celulei
Metafaza II	Centromerii se aliniază la placa metafazică (ecuatorială)
Anafaza II	Centromerii se clivează, cromozomii rezultați se deplasează spre polii opuși
Telofaza II și citokineza	Se formează patru celule fiice haploide, fiecare cu exact jumătate din numărul de cromozomi (23) față de celula mamă

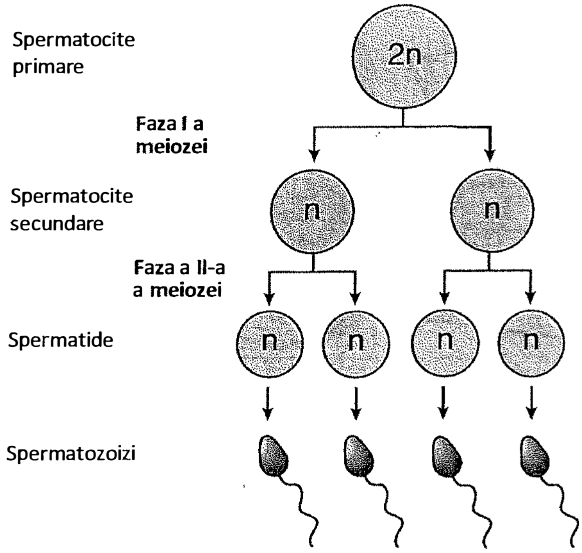


FIGURA 22.2 Formarea spermatozoizilor prin procesul de meioză. Spermatogoniile formează spermatocitele primare, care au 46 de cromozomi (diploide, 2n). Spermatocitele primare intră în Faza I a meiozei, unde trec printr-o diviziune reducţională şi produc spermatocite secundare cu 23 de cromozomi (haploide, n). În faza a II-a a meiozei, numărul de cromozomi rămâne acelaşi, celulele se dublează pentru a produce 4 spermatide, fiecare cu câte 23 de cromozomi. Spermatidele se transformă în spermatozoizi maturi.

SPERMATOZOIZII

Rolul testiculelor este de a produce spermatozoizi. Fiecare spermatozoid are mai multe regiuni: cap, gât, piesa intermediară şi coada.

Capul spermatozoidului este ovoid, aplatizat, condensat, cu un nucleu ce conţine 23 de cromozomi. Extremitatea cefalică a capului spermatozoidului prezintă o zonă numita **acrozom**, sau **cap acrozomial**, care conţine enzime cu rol în fertilizare. **Gâtul** spermatozoidului este foarte scurt, iar **piesa intermediară** conţine microtubuli înconjuraţi de un strat intern de filamente groase şi un strat extern ce conţine mitocondrii. În mitocondrii se produce ATP-ul necesar pentru mişcările cozii spermatozoidului. **Coada** spermatozoidului conţine filamente groase, înconjurate de un înveliş membranos (membrana celulară). Ea acţionează ca un flagel, ce se mişcă şi împinge astfel spermatozoidul înainte (Figura 22.3).

Celulele sustentaculare (de susţinere) funcţionează ca o barieră între vasele de sânge şi tubii seminiferi, protejând spermatozoizii în curs de dezvoltare de sistemul imunitar. **Celulele interstiţiale** produc hormoni sexuali masculini, inclusiv testosteron, asigurând în testicul o concentraţie mare de testosteron, necesară pentru producerea spermatozoizilor.

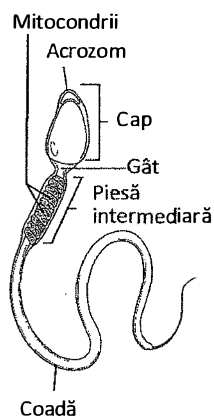


FIGURA 22.3 Spermatozoidul uman. Sunt ilustrate componentele structurale cele mai importante. Nucleul, care conţine 23 de cromozomi, este elementul cheie al spermatozoidului.

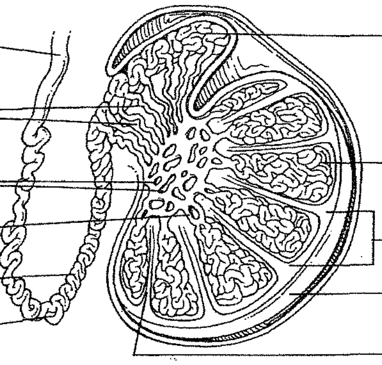


FIGURA 22.4 Sistemul de ducte ce pornesc de la nivelul testiculelor. Celulele spermatice se formează în tubii seminiferi și trec prin rete testis și prin canalele eferente până în epididim. Coada epididimului se continuă cu ductul deferent, care transportă spermatozoizii în afara testiculului.

DUCTE ȘI ORGANE ANEXE

O serie de ducte și organe anexe contribuie la îndeplinirea funcțiilor fiziologice ale testiculelor, prin evacuarea spermatozoizilor din organism și prin activarea lor.

CĂILE SISTEMULUI REPRODUCĂTOR MASCULIN

Pentru a ajunge în mediul extern, spermatozoizii maturi trec printr-un sistem de ducte cu mai multe subdiviziuni. Prima subdiviziune a sistemului este **epididimul**. Spermatozoizii maturi dar imobili ajung în epididim din canalele eferente care provin din rețeaua testiculară. Epididimul se află de-a lungul marginii posterioare a testiculelor și constă dintr-un tub alungit, răsucit și încolăcit.

Celulele care căptușesc epididimul ajustează compoziția lichidului spermatic prin adăugarea de secreții. pH-ul lichidului este acid, datorită produșilor de degradare ai spermei stocate. Epididimul este și locul unde sunt resorbiți spermatozoizii deteriorați și reziduurile. De asemenea, este locul în care spermatozoizii devin mobili, proces care durează aproximativ două săptămâni.

După ce părăsesc epididimul, spermatozoizii intră în canalul următor, **ductul deferent**, numit și **vas deferens**. Ductul deferent este o extensie tubulară a epididimului, ce traversează canalul inghinal înspre cavitatea abdominală. În cavitatea abdominală, ductul deferent trece lateral de vezica urinară, spre marginea postero-superioară a glandei prostatice. Chiar înainte de a ajunge la glanda prostatică, ductul deferent se lărgește într-o porțiune denumită **ampulă**. Funcția ductului deferent este de a propulsa și conduce lichidul seminal de la epididimul fiecărui testicul. La nivelul ampulei, cele două ducte deferente se unesc cu ductele care vin de la veziculele seminale. Prin unirea lor se formează **ductele ejaculatoare**. Aceste ducte, relativ scurte, traversează prostata și își varsă conținutul în uretră (Figura 22.5).

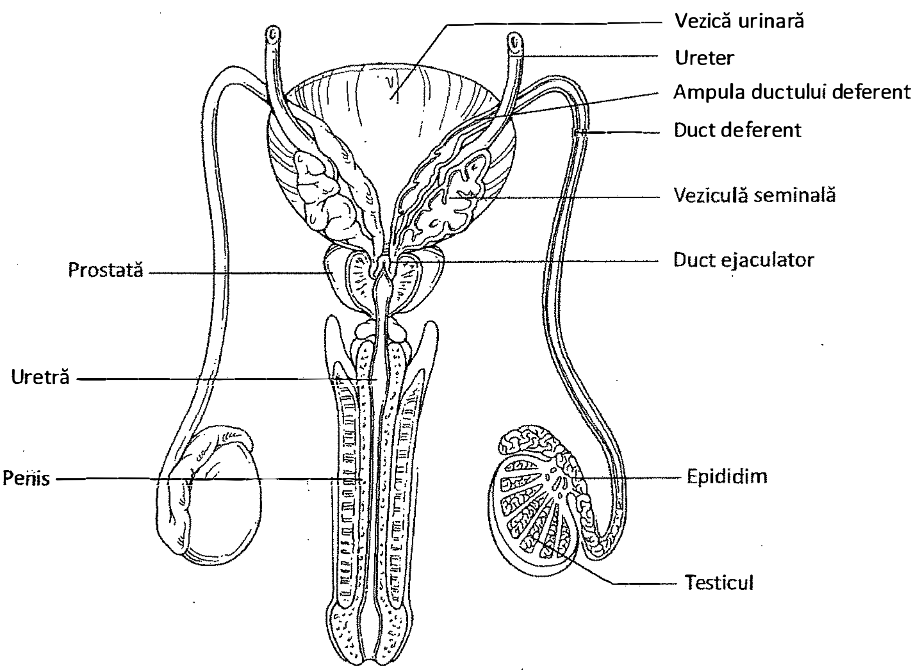


FIGURA 22.5 Ductele şi organele anexe ale sistemului reproducător masculin. Ductul deferent, care transportă spermatozoizii, se extinde prin canalul inghinal, trece pe lângă vezica urinară şi se alătură ductului din vezicula seminală pentru a forma ductul ejaculator. Acesta din urmă traversează prostata şi se uneşte cu uretra. Uretra se extinde prin penis la exterior.

Uretra se întinde de la vezica urinară la vârful penisului. Ea este împărţită în trei porţiuni: porţiunea prostatică, membranoasă şi peniană. **Uretra prostatică** trece prin mijlocul prostatei, primind secreţiile acesteia. **Uretra membranoasă** este un segment scurt ce străbate planşeul muscular al cavităţii pelviene. **Uretra peniană** se extinde prin penis la **orificiul uretral extern** din vârful penisului şi primeşte secreţiile glandelelor bulbouretrale.

ORGANE ANEXE

Există mai multe organe anexe care secretă fluide necesare formării spermei, sau servesc drept organe pentru transportul acesteia în timpul copulaţiei. Un astfel de organ este **vezicula seminală**. Vezicula seminală este un organ pereche, alcătuit din structuri sacciforme, drenate de nişte ducte care fuzionează cu ductul deferent. Vezicula seminală secretă şi hormoni, cunoscuţi sub numele de prostaglandine, şi adaugă fluide nutritive (în special fructoză) pentru a asigura substanţe nutritive spermatozoizilor în timpul procesului de ejaculare. Lichidul produs este alcalin pentru a neutraliza aciditatea ce se dezvoltă în epididim, iar lichidul produs de vezicula seminală reprezintă aproximativ 60% din volumul total al lichidului seminal ce intră în compoziţia spermei.

Un alt organ auxiliar important este **glanda prostatică (prostata)**. Aceasta este o glandă unică, ce secretă un lichid ușor alcalin, ce contribuie la mobilitatea spermatozoizilor prin neutralizarea acidității naturale din vagin. Prostata conține fibre musculare netede cu rol de suport, și înconjoară uretra. Creșterea ei în dimensiuni la vârstnici poate îngreuna urinarea. Secreția prostatei constituie aproximativ 30% din volumul lichidul seminal.

Glandele bulbouretrale sunt două glande mici, situate în apropierea rădăcinii penisului. Ele secretă mucus lubrifiant și substanțe alcaline care neutralizează aciditatea vaginală și activează spermatozoizii. Secrețiile glandelor bulbouretrale, ale prostatei, veziculei seminale și ale testiculelor, împreună cu spermatozoizii, formează **sperma**.

> **DE REȚINUT**
> Sperma conține spermatozoizi și produși de secreție ai veziculei seminale, glandei prostatice și ai glandelor bulbouretrale.

Un alt organ este **penisul**. Penisul are rol în micțiune și copulație. Este alcătuit din baza penisului sau rădăcina, corpul (axul) și glandul penian. Glandul este porțiunea care înconjoară orificiul uretral extern. Un pliu de piele numit **prepuț**, înconjoară glandul penisului. Circumcizia este intervenția chirurgicală prin care se îndepărtează prepuțul.

Cea mai mare parte a corpului penisului este reprezentată de trei mase de țesut erectil. Țesutul erectil conține un labirint de canale vasculare separate de țesut conjunctiv și fibre musculare netede. Cele trei mase de țesut erectil sunt **corpii cavernoși** (2) și **corpul spongios**. În timpul excitării sexuale, impulsurile din componenta parasimpatică a sistemului nervos determină dilatarea arteriolelor din țesutul erectil, ceea ce are drept consecință creșterea substanțială a fluxului sanguin în aceste țesuturi și colabarea venelor. Rețeaua vasculară devine congestionată cu sânge și are loc erecția. În timpul apogeului sexual, sperma ajunge prin uretră la orificiul uretral extern. După ejacularea spermei, impulsuri din componenta simpatică a sistemului nervos provoacă constricția arteriolelor, ceea ce diminuă aportul de sânge. Pe măsură ce venele evacuează sângele din țesutul erectil, penisul devine flasc. Persistența stimulilor simpatici menține vasoconstricția și starea flască.

Volumul de spermă ejaculat în mod obișnuit măsoară aproximativ 2-5 mililitri. Acest volum, numit **ejaculat**, conține spermatozoizi, lichid seminal și enzime. Numărul spermatozoizilor este de aproximativ 20-100 de milioane pe mililitru de spermă. Lichidul este un amestec de secreții glandulare provenite din organele anexe. Enzimele din lichidul spermatic includ o protează și alte enzime ce contribuie la fertilizare. Contracțiile peristaltice din căile sistemului reproducător deplasează sperma în timpul ejaculării. Contracțiile glandelor, prin evacuarea produsului lor de secreție, cresc volumul spermei.

HORMONII MASCULINI

Mai mulți hormoni contribuie la procesul de reproducere masculin. Hipofiza anterioară eliberează **hormonul foliculo-stimulant (FSH)**, precum și **hormonul luteinizant (LH)**.

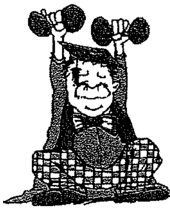
FSH-ul induce spermatogeneza în tubii seminiferi, în timp ce LH-ul asistă spermatogeneza şi stimulează producţia de testosteron din celulele interstiţiale (Tabelul 22.3).

Testosteronul, un hormon **androgen**, este un hormon sexual masculin, produs de celulele interstiţiale ale testiculelor. La făt, testosteronul controlează diferenţierea ţesuturilor specifice sexului masculin şi contribuie la coborârea testiculelor în scrot. Până la pubertate este produs puţin testosteron. După pubertate, testosteronul are numeroase funcţii, cum ar fi inducerea maturării spermatozoizilor, asigurarea bunei funcţionări a organelor anexe şi a ductelor sistemului reproducător masculin, influenţarea dezvoltării caracterelor sexuale secundare masculine, stimularea proceselor metabolice care au legătură cu sinteza proteinelor şi creşterea masei musculare, influenţarea comportamentului sexual şi al apetitului sexual. Alţi androgeni accelerează pubertatea şi iniţiază maturarea sexuală şi apariţia caracterelor secundare masculine.

Eliberarea de FSH şi LH este reglată de un hormon hipotalamic, numit **hormonul de eliberare a gonadotropinelor** (Gonadotropin Releasing Hormone GnRh). Împreună cu FSH-ul şi LH-ul, acest hormon este implicat într-un mecanism de feedback negativ, pentru a controla sinteza şi secreţia testosteronului.

TABELUL 22.3 HORMONII SISTEMULUI REPRODUCĂTOR MASCULIN

Hormon	Origine	Efecte principale	Control
Hormonul eliberator al gonadotropinelor (GnRH)	Hipotalamus	Determină eliberarea de FSH și LH de la nivelul hipofizei; crește nivelurile sanguine ale FSH și LH	-
Hormonul foliculo-stimulant (FSH)	Hipofiză	Stimulează maturarea tubilor seminiferi și producerea spermei	Hipotalamus
Hormonul luteinizant (LH)	Hipofiză	Stimulează maturarea celulelor interstițiale	Hipotalamus
Testosteron	Testicule	Produce și menține caracterele sexuale masculine; stimulează producerea spermatozoizilor și inhibă producerea de LH	LH



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Identificaţi corect literele corespunzătoare părţilor componente ale sistemului reproducător masculin.

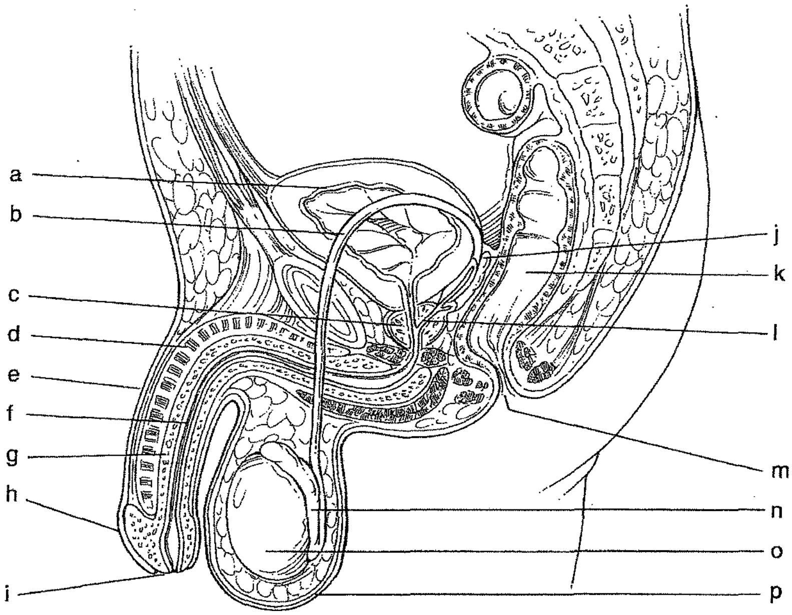


FIGURA 22.6

___ 1. anus
___ 2. corpi cavernoşi
___ 3. corp spongios
___ 4. duct deferent
___ 5. duct ejaculator
___ 6. epididim
___ 7. glandul penian
___ 8. penis
___ 9. preput
___10. glanda prostatică (prostata)
___11. rect
___12. scrot
___13. veziculă seminală
___14. testicul
___15. uretră
___16. vezică urinară

SECŢIUNEA B – Completare*: Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. O altă denumire pentru celulele reproducătoare este ____________________.

2. Organele reproducătoare masculine sunt ____________________.

3. Testiculele produc spermatozoizi şi ____________________.

4. Sub perineu se află suspendată o structură sacciformă (în formă de „sac”) cu pereţi groşi, multistratificaţi, care conţine testiculele şicare poartă denumirea de ____________________.

5. Limita dintre cele două compartimente ale scrotului apare sub forma unei proeminențe cunoscută sub numele de ____________________.
6. În straturile profunde ale pielii scrotului se află un mușchi neted subțire numit ____________________.
7. Mușchiul neted subțire din straturile profunde ale pielii scrotului se contractă și conferă scrotului un aspect caracteristic, ____________________.
8. La făt, testiculele coboară în scrot la sfârșitul lunii ____________________de sarcină
9. Lipsa coborârii testiculelor în scrot se numește ____________________.
10. Nervii, ductele și vasele de sânge ce pleacă din testicule formează împreună ____________________.
11. Canalul prin care cordonul spermatic trece în cavitatea peritoneală este ____________________.
12. Tubii strâns încolăciți din structura lobulilor testiculari sunt cunoscuți sub denumirea de ____________________.
13. Protejarea spermatozoizilor în curs de dezvoltare de sistemul imunitar masculin este realizată de către ____________________.
14. Celulele dintre tubii seminiferi, producătoare de hormoni, se numesc ____________________.
15. Celulele interstițiale ale testiculelor sunt responsabile pentru producerea ____________________.
16. Plexul format prin unirea tubilor seminiferi este ____________________.
17. Canalele eferente ce pornesc din rețeaua testiculară intră în ductul numit ____________________.
18. Procesul prin care sunt produși spermatozoizii poartă denumirea de ____________________.
19. Spermatozoizii sunt formați din celule primordiale numite ____________________.
20. Spermatogeneza are loc în ____________________.
21. Celulele produse prin diviziunea spermatogoniilor sunt ____________________.
22. Procesul prin care spermatocitele formează spermatidele poartă denumirea de ____________________.
23. Spermatidele se maturează și formează celule mature, cunoscute și sub denumirea de ____________________.

24. În timpul meiozei, un spermatocit cu 46 de cromozomi va produce o spermatidă cu un număr de __________________ de cromozomi.

25. Cromozomii spermatozoizilor sunt aglomerați într-o porțiune denumită __________________.

26. Enzimele esențiale în fertilizare se găsesc într-o zonă a capulului spermatozoizilor numită __________________.

27. Mitocondriile spermatozoizilor se găsesc într-o zonă cunoscută sub denumirea de __________________.

28. Coada spermatozoidului ajută la mişcarea acestuia acționând ca un __________________.

29. Locul de maturare al spermatozoizilor, cu durata de aproximativ două săptămâni, este într-un duct numit __________________.

30. Ductul în care sunt resorbiți spermatozoizii deteriorați și detritusurile este numit __________________.

31. O altă denumire pentru ductul deferent este __________________.

32. Prelungirea tubulară a epididimului ce se extinde prin canalul inghinal este __________________.

33. Chiar înainte de a ajunge la prostată, ductul deferent se lărgeşte într-o porțiune numită __________________.

34. În cavitatea abdominală, ductul deferent trece pe deasupra __________________.

35. La nivelul ampulei, ductul deferent se unește cu ductul ce pleacă din __________________.

36. Ductul care pornește din vezica urinară și se extinde până în vârful penisului se numește __________________.

37. Cele trei porțiuni ale uretrei sunt uretra membranoasă, uretra peniană și __________________.

38. Porțiunea peniană a uretrei primește secreții de la __________________.

39. Prostaglandinele și fluidele nutritive sunt adăugate spermei de către __________________.

40. Glanda care înconjoară uretra și produce un lichid cu rol în asigurarea mobilității spermatozoizilor se numește __________________.

41. La vârstnici poate să apără o micțiune îngreunată dacă se produce o mărire a __________________.

42. Cele două glande mici care secretă mucus şi substanţe alcaline, localizate la baza penisului, sunt numite ____________________.

43. Capul, corpul şi glandul sunt trei porţiuni ale ____________________.

44. Cea mai mare parte din penis este alcătuită din ţesut ____________________.

45. Erecţia penisului are loc după acumularea de ____________________.

46. Deschiderea penisului spre exterior se realizează prin ____________________.

47. Ejacularea conţine un număr de aproximativ ____________________ de spermatozoizi pe mililitru de spermă.

48. Spermatogeneza este stimulată de hormonul hipofizar cunoscut sub numele de ____________________.

49. Hormonul masculin care favorizează maturarea spermatozoizilor şi asigură buna funcţionare a organelor anexe este denumit ____________________.

50. Numele generic al hormonilor masculini, care induce pubertatea şi iniţiază maturizarea sexuală este de ____________________.

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii.*

1. O altă denumire folosită pentru organele reproducătoare umane este
   A. organe genitale
   B. gameţi
   C. gonade
   D. spermatogonii

2. Structurile anatomice asociate cu scrotul cuprind
   A. corpul cavernos şi corpul spongios
   B. muşchiul dartos şi rafeul
   C. gâtul şi flagelul
   D. glandele sustenaculare şi glanda prostatică

3. Criptorhidia este starea în care
   A. nu se dezvoltă ductul deferent
   B. scrotul este prea mic pentru a adăposti testiculele
   C. epididimul este blocat
   D. testiculele nu coboară în scrot

4. Cordonul spermatic are în componenţă următoarele structuri, *cu excepţia*
   A. nervilor
   B. epididimului
   C. vaselor de sânge
   D. ductului deferent

5. Celulele care produc spermatozoizi sunt localizate în testicule în
   A. tubii seminiferi
   B. ductul deferent
   C. corpul spongios
   D. ampulă

6. Hormonii sexuali masculini sunt produși în testicule de către
   A. celulele interstițiale
   B. celulele sanguine
   C. celulele sustenaculare
   D. celulele prostatice

7. Spermatogeneza este procesul prin care
   A. se maturează spermatozoizii
   B. se adună spermatozoizii în ductul deferent
   C. spermatozoizii sunt ejaculați din corpul uman
   D. sunt produși spermatozoizii

8. Spermatocitele primare diferă de spermatide prin faptul că
   A. spermatocitele primare sunt produse în celulele interstițiale
   B. spermatocitele primare sunt produse de către prostată
   C. spermatocitele primare au mai mulți cromozomi
   D. spermatocitele primare se găsesc în corpul spongios

9. Cromozomii unui spermatozoid matur se găsec
   A. în flagel
   B. aglomerați în capul spermatozoidului
   C. în acrozomul spermatozoizilor
   D. în gâtul spermatozoizilor

10. Pentru a obține ATP-ul necesar, corpul spermatozoizilor are
    A. mulți ribozomi
    B. un număr mare de cromozomi
    C. multe mitocondrii
    D. un număr mare de fibrile

11. Epididimul primește spermatozoizii din
    A. rețeaua testiculară
    B. ductul deferent
    C. prostată
    D. penis

12. Ductul deferent este o extensie tubulară a
    A. uretrei prostatice
    B. uretrei membranoase
    C. ductul ejaculator
    D. epididimului

13. Ductul deferent trece în cavitatea abdominală prin
    A. ductul ejaculator
    B. canalul inghinal
    C. corpul spongios
    D. uretra membranoasă

14. Ductul care porneşte din vezica urinară şi se extinde până la vârful penisului se numeşte
    A. ductul seminal
    B. ductul ejaculator
    C. uretră
    D. ureterul

15. Secreţiile veziculei seminale
    A. sunt alcaline
    B. trec în testicule
    C. sunt acide
    D. conţin spermatozoizi

16. Următoarele afirmaţii sunt adevărate despre prostată, *cu excepţia*
    A. glanda înconjoară uretra
    B. glanda contribuie cu aproximativ 30% la volumul spermei
    C. secreţia glandei este acidă
    D. prostata este o glandă unică

17. Sperma conţine secreţii provenite de la următoarele structuri, *cu excepţia*
    A. testiculelor
    B. penisului
    C. glandelor bulbouretrale
    D. glandei prostatice

18. Mărirea prostatei la vârstnici
    A. poate duce la sterilitate
    B. nu se întâmplă niciodată
    C. interferează cu secreţii ale vezicii seminale
    D. poate îngreuna urinarea

19. În timpul erecţiei, ţesutul erectil al penisului
    A. se umple cu sânge
    B. se contractă în scrot
    C. secretă lichid alcalin
    D. reabsoarbe spermatozoizi

20. Corpul cavernos şi cel spongios sunt
    A. ţesuturi erectile
    B. glande care adaugă secreţii spermei
    C. locuri unde este stocată sperma
    D. zone unde este stocată urina până la eliminare

21. Dilatarea vaselor de sânge în țesutul erectil al penisului este controlată de
    A. sistemul nervos senzorial somatic
    B. sistemul nervos central
    C. sistemele nervoase simpatic și parasimpatic
    D. reflexe în măduva spinării

22. Volumul de spermă ejaculat în mod obișnuit conține
    A. 100000 spermatozoizi pe mililitru de spermă
    B. între 20 și 100 de milioane de spermatozoizi pe mililitru de spermă
    C. între 75 și 100 de spermatozoizi pe mililitru de spermă
    D. mai puțin de un milion de spermatozoizi pe mililitru de spermă

23. Procesul de formare al spermatozoizilor în testicule este influențat de
    A. calcitonină
    B. prolactină
    C. hormonul foliculo-stimulant
    D. tiroxină

24. Următoarele sunt caracteristice testosteronului, *cu excepția*
    A. asigură buna funcționare a organelor anexe ale tractului reproducător masculin
    B. influențează caracteristicile sexuale secundare masculine
    C. promovează sinteza proteică și creșterea musculară
    D. este produs de către tubii seminiferi din testicule

25. Denumirea generală pentru hormonii masculini este aceea de
    A. estrogeni
    B. timosine
    C. androgeni
    D. prostaglandine

***SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals**: La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Un nume alternativ pentru organele reproducătoare masculine este acela de <u>gameți.</u>

2. Cele două funcții principale ale testiculelor sunt de a produce <u>spermatozoizi</u> și hormoni necesari în procesul de reproducere.

3. Legătura dintre cele două compartimente ale scrotului este marcată printr-o proeminență îngroșată numită <u>dartos.</u>

4. În straturile profunde ale pielii scrotului se află un mușchi <u>striat</u> subțire, ce se contractă dând scrotului aspectul încrețit.

5. Testiculele se dezvoltă la un bărbat <u>după</u> naștere.

6. Lipsa coborârii testiculelor în scrot, poartă denumirea de <u>acomodare.</u>

7. Ductul prin care cordonul spermatic trece în cavitatea peritoneală este canalul pleural.
8. Tubii strâns încolăciți, cunoscuți sub denumirea de tubi interstițiali sunt locurile unde se produc spermatozoizii.
9. Funcția principală a celulelor interstițiale este de a produce hormoni sexuali masculini.
10. Spermatogeneza este procesul prin care se produc spermatozoizii la bărbați.
11. În procesul de meioză, o spermatidă se divide și produce celule cu 23 de cromozomi.
12. O altă denumire a spermatozoizilor este aceea de celulă germinală.
13. Acrozomul este localizat pe corpul (piesa mijlocie) a spermatozoidului matur.
14. Numărul cromozomilor prezenți în spermatozoidul matur este de 46.
15. Spermatozoidul este împins înainte de către coadă, cunoscută și sub numele de flagel.
16. Plexul tubilor seminiferi, ce se unesc pentru a pătrunde în epididim poartă denumirea de rafeu.
17. Locul de maturare a spermatozoizilor este ductul deferent.
18. Ductul ce pleacă de la testicule şi trece prin canalul inghinal în cavitatea abdominală este epididimul.
19. Ductul ce se extinde de la vezica urinară la vârful penisului este ductul ejaculator.
20. Lichidul produs de vezicula seminală şi de glanda prostatică este acid.
21. Mărirea veziculei seminale poate îngreuna urinarea la vârstnici.
22. Atunci când secrețiile glandelor bulbouretrale, ale glandei prostatice şi veziculelor seminale se alătură spermatozoizilor, se formează sperma.
23. Pielea care înconjoară capul penisului şi care este înlăturată prin circumcizie poartă denumirea de preput.
24. O masă de țesut erectil ce se găsește în penis este cunoscută sub denumirea de corp calos.
25. Un androgen care favorizează maturarea spermatozoizilor este FSH.

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Jacob este un băiețel de 6 luni căruia nu i-au coborât testiculele. De ce doctorul insistă să fie operat pentru a corecta această problemă? Care are fi consecințele în cazul în care băiețelul nu ar fi operat?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 22.6

1. m
2. d
3. g
4. b
5. l
6. n
7. i
8. e
9. h
10. c
11. k
12. p
13. j
14. o
15. f
16. a

SECȚIUNEA B – Completare

1. gameți
2. testiculele
3. hormoni
4. scrot
5. rafeu
6. dartos
7. încrețit
8. a șaptea
9. criptorhidie
10. cordonul spermatic
11. canalul inghinal
12. tubi seminiferi
13. celulele sustentaculare
14. celule interstițiale
15. hormonilor sexuali
16. rețeaua testiculară
17. epididim
18. spermatogeneză
19. spermatogonii
20. tubii seminiferi
21. spermatocitele
22. meioză
23. spermatozoizi
24. 23
25. capul spermatozoizilor
26. acrozom
27. piesa intermediară
28. flagel
29. epididim
30. epididim
31. vas deferens
32. ductul deferent
33. ampulă
34. vezicii urinare
35. veziculele seminale
36. uretră
37. uretra prostatică
38. glandele bulbouretrale
39. veziculele seminale
40. glandă prostatică (prostată)
41. glandei prostatice
42. glande bulbouretrale
43. penisului
44. erectil
45. sânge
46. orificiul uretral extern
47. 20-100 milioane de spermatozoizi
48. hormon foliculo-stimulant (FSH)
49. testosteron
50. hormoni androgeni

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. A	11. A	16. C	21. C
2. B	7. D	12. D	17. B	22. B
3. D	8. C	13. B	18. D	23. C
4. B	9. B	14. C	19. A	24. D
5. A	10. C	15. A	20. A	25. C

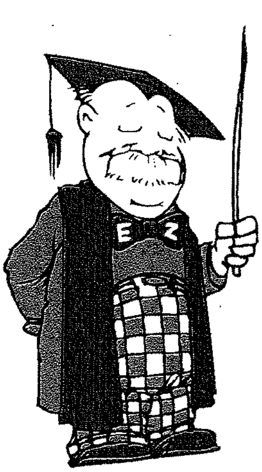
SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. gonade
2. A
3. rafeu
4. neted
5. înainte de
6. criptorhidie
7. inghinal
8. seminiferi
9. A
10. A
11. spermatocit
12. A
13. capul
14. 23
15. A
16. rețea testiculară
17. epididimul
18. ductul deferent
19. uretra
20. alcalin
21. prostatei
22. A
23. A
24. corp cavernos
25. testosteronul

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Cavitatea abdominală are o temperatură prea ridicată pentu dezvoltarea spermatozoizilor. Fără intervenție chirugicală, Jacob va rămâne steril.

23



Sistemul reproducător feminin

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol tratează anatomia și fiziologia sistemului reproducător feminin și formarea ovulelor. Parcurgând acest capitol veți învăța să:

- identificați structurile sistemului reproducător feminin;
- sintetizați procesul ovulației și deplasarea oocitului spre uter;
- diferențiați părțile uterului și ale peretelui uterin după funcțiile fiecăruia;
- caracterizați schimbările ce au loc în uter în asociere cu ciclul menstrual;
- corelați componentele vaginului și ale vulvei cu funcțiile lor;
- descrieți glandele mamare și funcțiile lor;
- rezumați controlul hormonal și desfășurarea ciclului menstrual;
- sintetizați procesul oogenezei și dezvoltarea foliculului;
- diferențiați stadiile formării și transformării celulei-ou (zigotului) în embrion, apoi dezvoltarea acestuia până la naștere;
- recunoașteți aspectele particulare și temporale ale fecundației;
- descrieți în rezumat capacitația (procesul de maturare finală) și transportul spermatozoizilor;
- descrieți pe scurt procesele de fecundație și de implantare a celulei-ou;
- sintetizați controlul hormonal al sarcinii;
- identificați etapele de formare a foițelor germinale, începând cu fecundația;
- prezentați pe scurt structurile ce derivă din foițele germinale;
- corelați structura membranelor embrionare cu funcția lor;
- rezumați dezvoltarea fetală;
- descrieți pe scurt travaliul și nașterea;
- identificați hormonii și procesele implicate în lactație;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul reproducător feminin produce, înmagazinează, hrănește și transportă celule reproducătoare numite **gameți**. Gameții includ spermatozoizii din sistemul reproducător masculin (Capitolul 22) și ovulele din sistemul reproducător feminin. Aceste celule se unesc în procesul fecundației, formând o singură celulă, celula-ou sau zigotul. Sistemul reproducător feminin include organele de reproducere (ovarele, de asemenea, cunoscute sub numele de **gonade**), responsabile pentru producerea gameților și a hormonilor; mai multe **ducte**, care primesc și transportă gameții, **glandele** și **organele anexe** care secretă lichide; structuri ale **organelor genitale externe** asociate cu sistemul reproducător (Figura 23.1).

Sistemul reproducător feminin include, de asemenea, structuri cu rol de nutriție și protecție a embrionului aflat în curs de dezvoltare, și a fătului în timpul sarcinii. După sarcină, glandele mamare asigură hrana nou-născutului.

Cele mai importante organe ale tractului genital feminin sunt cuprinse într-un pliu al peritoneului numit **ligamentul larg** al uterului. Trompele uterine se întind de-a lungul limitei superioare a ligamentului larg și se deschid în cavitatea pelviană, lateral de ovare. Ligamentul larg se fixează pe pereții laterali și pe planșeul cavității pelviene, iar epiteliul său se continuă cu epiteliul peritoneului parietal.

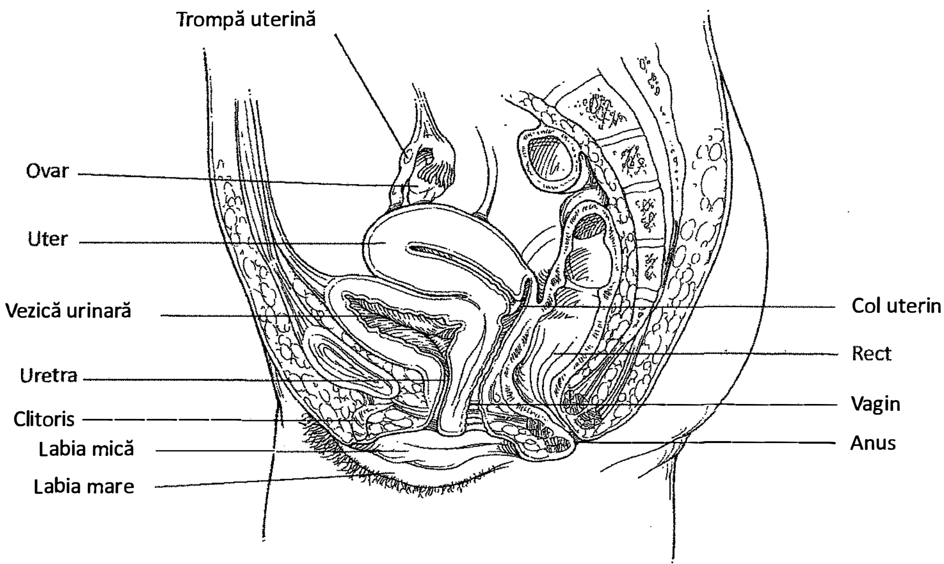


Figura 23.1 Tractul genital feminin văzut din partea laterală stângă. Sunt ilustrate cele mai importante organe și structuri ale sistemului reproducător feminin.

OVARELE ȘI ORGANELE ANEXE

În sistemul reproducător feminin, ovulele sunt produse la nivelul ovarelor și sunt transportate apoi în exteriorul acestora printr-o serie de organe anexe, care oferă și suportul pentru dezvoltarea celulei ou.

OVARELE

> **DE REȚINUT**
> Ovarele produc ovule și hormoni, estrogen și progesteron.

Ovarele sunt organe pereche care produc ovulele. Sunt de talie mică, de formă migdalată, și sunt situate în apropierea pereților laterali ai cavității pelviene. Ovarele sunt situate retroperitoneal (în spatele peritoneului). Ele au aproximativ 5 cm lungime și 2,5 cm lățime. Pe lângă producerea de oocite, aceste organe secretă hormoni sexuali feminini numiți **estrogeni** și **progesteron**. Fiecare ovar este susținut de o pereche de ligamente, numite **ligamentul ovarian** și **ligamentul suspensor** (Figura 23.2).

Ovarul conține numeroase grupuri de celule ce formează **foliculi**. Fiecare folicul prezintă câteva straturi de celule ce înconjoară **oocitul primar** (imatur). Oocitele se maturează în interiorul foliculului și sunt eliberate prin procesul de **ovulație**. Ovulația are loc aproximativ la fiecare 28 de zile, iar după ovulație foliculul se reorganizează și devine o structură cunoscută sub numele de **corp galben** (corpus luteum). Corpul galben secretă hormoni. După aproximativ 14 zile, corpul galben regresează și devine **corp alb** (corpus albicans), producția de estrogeni și progesteron încetează, ceea ce induce menstruația.

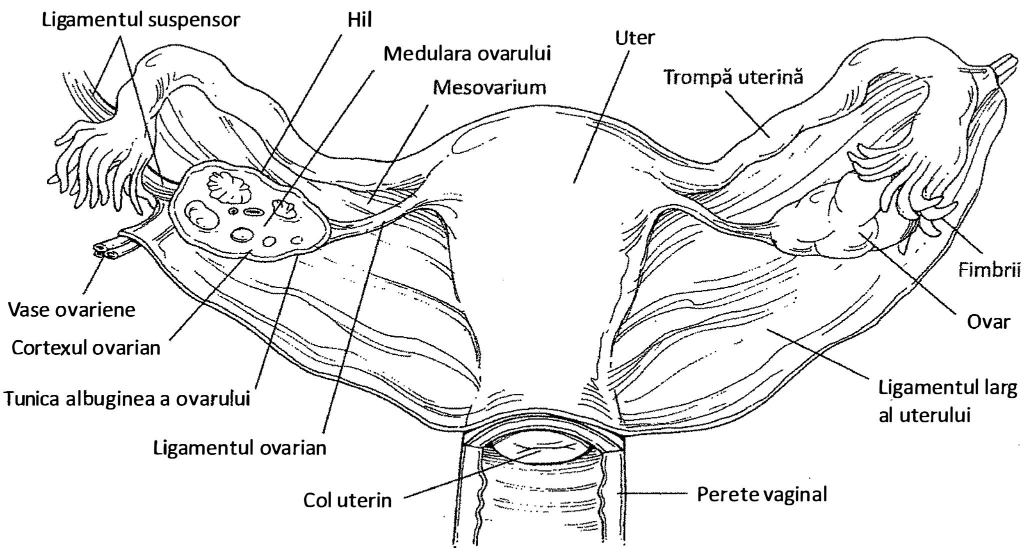


Figura 23.2 O imagine frontală a tractului genital feminin. Fiecare ovar este susținut de ligamentul ovarian și de ligamentul suspensor. Se observă diferite aspecte anatomice ale ovarului. De-a lungul marginii superioare a ligamentului larg care duce la uter, se observă trompele uterine (trompele lui Falloppio). Vaginul a fost secționat pentru a prezenta deschiderea colului uterin în vagin.

TROMPELE UTERINE

Trompele uterine (cunoscute și sub denumirea de trompele lui Falloppio) măsoară, fiecare, aproximativ 12,5 cm lungime. În apropierea ovarului, capătul trompei se dilată și formează o structură cu aspect de pâlnie, numită **infundibul**. Infundibulul are nume-

roase prelungiri neregulate, ramificate, numite **fimbrii**, ce se extind spre ovar. Segmentul alungit al trompei uterine, situat proximal de infundibul se numește **ampula**; ea se continuă cu **istmul**, un segment scurt, ce se unește cu peretele uterin și se deschide în cavitatea uterină.

Epiteliul ce tapetează ampula prezintă numeroase invaginații (buzunărașe) și pliuri, iar suprafața epitelială prezintă **cili**. Transportul ovulului prin trompa uterină este facilitat de către cili, precum și de contracțiile peristaltice ale mușchilor netezi din pereții acesteia. În mod normal, este nevoie de aproximativ trei-patru zile pentru ca un ovulul să treacă din infundibul în uter. Fecundarea poate să se producă doar dacă ovulul, pe traseul său prin trompa uterină, întâlnește spermatozoizi în primele două zile. Ovulele nefecundate degenerează în porțiunea terminală a trompelor uterine.

Când oocitele sunt eliberate din foliculii ovarieni, acestea sunt prinse în trompele uterine de către fimbriile pulsatile. Este posibil ca ovulele să rateze intrarea în trompele uterine, ajungând în porțiunea pelviană a cavității abdomino-pelviene.

UTERUL

Uterul (denumit în trecut și **mitră**) este un organ cavitar, având în mod normal mărimea și forma unei pere, mai puțin în timpul sarcinii, când se mărește considerabil (Tabelul 23.1). Uterul este situat median, în porțiunea anterioară a cavității pelviene, deasupra vaginului și a vezicii urinare. Uterul este susținut de ligamentul larg.

Uterul asigură protecție mecanică și aport nutritiv pentru dezvoltarea embrionului și a fătului. Partea superioară a acestuia, care prezintă pereți groși, se numește **corp uterin**. Porțiunea superioară, bombată, a corpului uterin se numește **fund uterin**, acesta fiind locul de unire cu trompele uterine. Porțiunea inferioară a uterului se numește istm. Istmul se continuă apoi cu colul uterin, numit **cervix**, o structură cu aspectul unui tub muscular, ce pătrunde pe o distanță scurtă în vagin. Cavitatea uterină se continuă cu canalul cervical, ce se deschide în vagin prin **orificiul extern** (vaginal) al colului uterin, locul în care sunt depozitați spermatozoizii în timpul actului sexual.

TABELUL 23.1 ORGANELE IMPORTANTE ALE SISTEMULUI REPRODUCĂTOR FEMININ

Organ	Funcție
Ovar	Produce ovule și hormoni sexuali feminini
Trompă uterină (Trompa lui Falloppio)	Transportă celula-ou (zigotul) aflată în diferite faze de dezvoltare spre uter; este locul fecundației
Uter	Protejează și hrănește fătul în timpul dezvoltării sale
Vagin	Organ cu rol în contactul sexual; conduce fătul în timpul nașterii; elimină mucoasa endometrială în timpul menstruației
Labia mare	Cuprinde și protejează celelalte organe reproducătoare externe
Labia mică	Formează marginile vestibulului; protejează deschiderea vaginului și a uretrei
Vestibul	Spațiu între labiile mici, ce include deschiderea vaginului și a uretrei

Peretele uterin este gros și este alcătuit din trei straturi. Stratul intern este numit **endometru**. Endometrul este compus dintr-un strat superficial mai gros, numit **strat funcțio-**

nal, și un strat profund, mai subțire, numit **strat bazal**. Stratul funcțional este locul unde se implantează embrionul. Când fecundația nu are loc, stratul funcțional al endometrului se desprinde în timpul **menstruației**. Stratul bazal asigură regenerarea stratului funcțional după menstruație. Stratul mijlociu al peretelui uterin este compus dintr-un strat gros de mușchi netezi, numit **miometru** (Figura 23.3). Acești mușchi se contractă ritmic în travaliul din timpul nașterii. Stratul extern al peretelui uterin este numit **perimetru**, sau **seroasă**. Acesta se continuă cu mezoteliul ligamentului larg.

> **DE REȚINUT**
> Embrionul, aflat în curs de dezvoltare, se fixează în endometrul uterului.

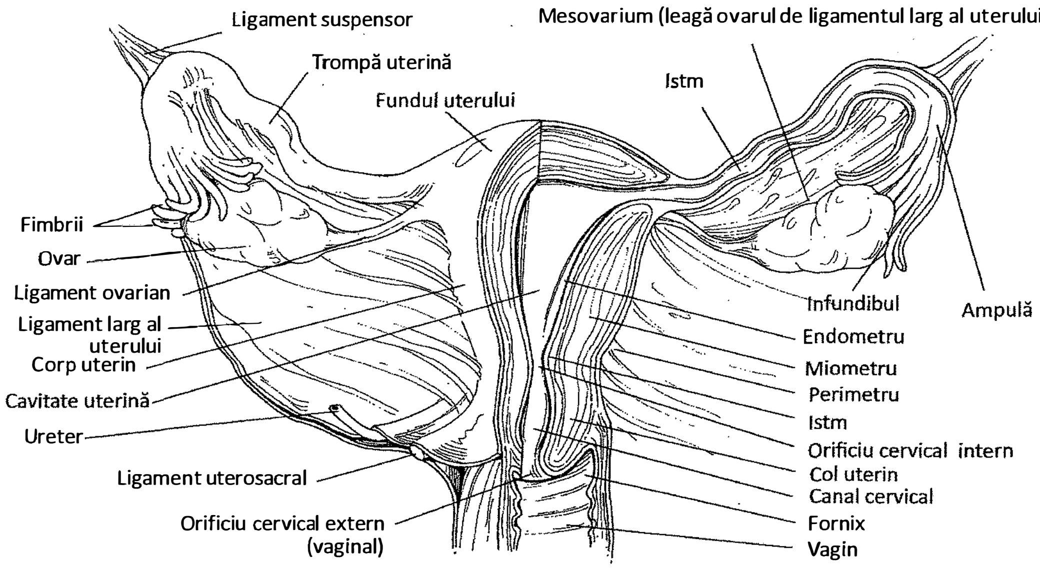


FIGURA 23.3 Uterul și trompele uterine susținute de ligamentul larg. Sunt ilustrate detalii anatomice ale trompelor uterine și deschiderea lor în uter. Observați structura musculară groasă a peretelui uterin și părțile sale anatomice. Se poate observa, de asemenea, comunicarea cu vaginul la nivelul colului uterin.

VAGINUL

Vaginul este un canal fibromuscular de aproximativ 9 cm lungime, ce se întinde de la colul uterin la **orificiul vaginal** de la nivelul vestibulului. Vaginul se poate destinde, și se extinde în sus și înspre posteriorul cavității pelviene. Vaginul este organul feminin al copulației, adesea fiind numit **canalul de naștere**. La locul de deschidere al colului uterin în vagin există un mic reces (nișă), cunoscut sub numele de **fornix**. Pereții vaginului conțin o rețea de vase sanguine și straturi de mușchi netezi. Înainte de debutul activității sexuale, o cută subțire de epiteliu, cunoscută sub numele de **himen** blochează parțial sau complet intrarea în vagin.

Vaginul are și rolul de a elimina fluidele în timpul menstruației. Este de asemenea locul în care pătrunde penisul în timpul actului sexual, servind și la depozitarea spermatozoizilor. În timpul nașterii, vaginul reprezintă calea de expulzare a nou-născutului.

ORGANELE GENITALE EXTERNE

Organele genitale externe se numără printre organele anexe ale tractului genital feminin. Sunt cunoscute sub denumirea generică de **vulvă**.

Vaginul se deschide prin orificiul vaginal într-o porțiune a vulvei numită **vestibul** (Figura 23.4). Această zonă conţine mai multe structuri anatomice. Una din structuri, **clitorisul**, este o masă mică de ţesut erectil, care proemină în vestibul şi creşte în dimensiuni în timpul excitării sexuale la femei. **Glandele vestibulare**, pereche (glandele Bartholin) şi **glandele parauretrale** (glandele Skene) lubrifiază vaginul prin secreţiile lor, în timpul actului sexual. Vestibulul mai conţine şi deschiderea uretrei, cunoscută sub numele de **orificiu uretral**.

Vestibulul este delimitat de **labiile mici**, două pliuri alungite şi delicate ale pielii care conţin glande sebacee. În partea posterioară, cele două labii mici se întâlnesc în zona cutanată dintre anus şi vulvă a **perineului**.

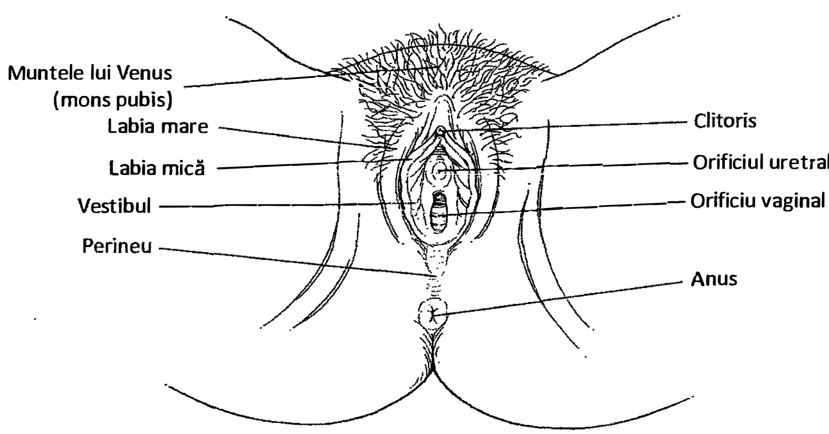


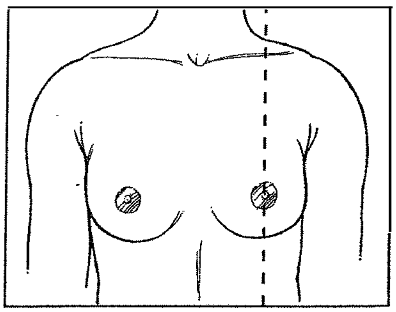
FIGURA 23.4 Organele genitale externe (vulva) ale sistemului reproducător feminin. Sunt ilustrate orificiile externe ale căilor urinare (uretra), de reproducere (vaginul), şi ale tractului gastrointestinal (anusul).

Labiile mici, după cum le spune şi numele, sunt mai mici decât **labiile mari**. Limitele (marginile) externe ale vulvei sunt delimitate de către muntele lui Venus şi labiile mari. **Muntele lui Venus (mons pubis)** este o zonă proeminentă de ţesut adipos acoperit de piele, situată în faţa simfizei pubiene. După pubertate, această zonă este acoperită cu păr pubian. Labiile mari sunt două cute alungite ale pielii, care înconjoară şi acoperă parțial labiile mici şi structurile vestibulului. Conţin glande ce secretă un fluid care le lubrifiază pe suprafața internă.

GLANDELE MAMARE

După naștere, nou-născutul este alimentat la sân, cu lapte matern produs de **glandele mamare**, care sunt **glande de tip alveolar** (Figura 23.5). Acestea sunt situate în regiunea toracică anterioară, în țesutul subcutanat al sânilor. Producerea laptelui se numește **lactație**.

Glanda mamară este formată din mai mulți lobi, fiecare lob fiind alcătuit din glande apocrine care secretă laptele (glande alveolare) și care sunt drenate de ductele mamare. Lobii sunt delimitați de un țesut conjunctivo-adipos și se reunesc în porțiunea conică a fiecărui sân, numită **mamelon**. Pielea din jurul mamelonului are o culoare mai închisă decât pielea din jur și se numește **areolă**. Areola conține atât glande sebacee, cât și glande sudoripare.



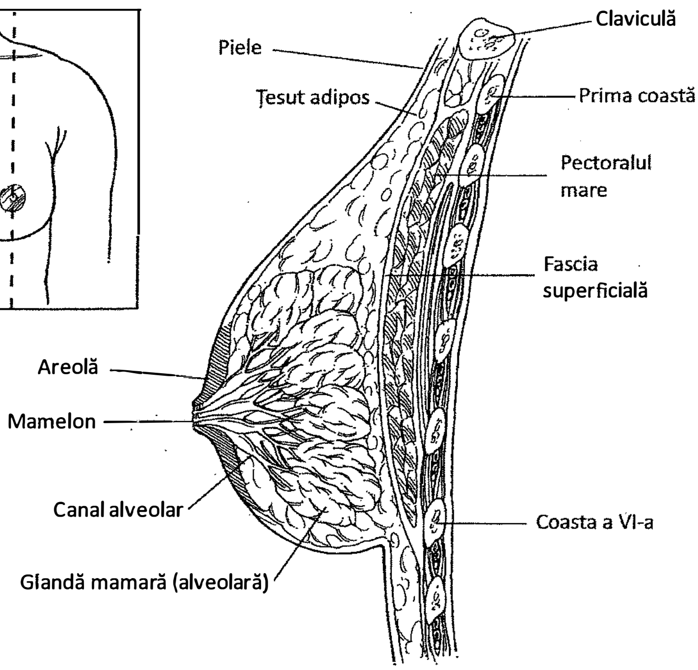


FIGURA 23.5 Secțiune sagitală la nivelul sânului, ilustrând relația anatomică a acestuia cu oasele și mușchii subiacenți. Glandele mamare (alveolare) ale sânului sunt drenate de către ductele mamare.

Secreția laptelui este controlată de hormonul hipofizei anterioare, numit **prolactină**. Ejecția laptelui este controlată de hormonul oxitocină, un hormon eliberat din lobul posterior al hipofizei, ca răspuns reflex la stimularea mecanică produsă prin supt. Secreția se produce continuu, atâta timp cât eliminarea laptelui din glandele mamare este stimulată prin actul suptului.

DE REȚINUT
Prolactina stimulează secreția laptelui; oxitocina controlează ejecția laptelui.

FIZIOLOGIA REPRODUCERII LA FEMEIE

Fiziologia reproducerii la femeie descrie modificările sistemului reproducător feminin, asociate formării şi fecundării ovulului.

CICLUL MENSTRUAL

Ciclul menstrual cuprinde modificările fiziologice şi structurale din sistemul reproducător feminin, ca răspuns la modificările nivelului sanguin al hormonilor secretaţi de ovar. Ciclul menstrual durează aproximativ 28 de zile, ovulaţia producându-se de obicei la jumătatea acestei perioade.

Pe parcursul primelor 5 zile ale ciclului menstrual, stratul funcţional, îngroşat, al endometrului se desprinde de pe peretele uterin. Stratul bazal rămâne, din acesta urmând să se dezvolte un nou strat funcţional. Sângerarea (menstruaţia sau menstra) durează în general de la trei până la cinci zile, iar materialul eliminat este constituit din stratul funcţional al endometrului, secreţii glandulare, mucus şi sânge. Această etapă este denumită **faza menstruală**. În cursul acestei faze, nivelul sanguin al estrogenilor şi progesteronului este mic şi începe regenerarea stratului funcţional al endometrului.

Între zilele 6-14 ale ciclului se dezvoltă foliculii ovarieni, iar stratul funcţional al endometrului se îngroaşă. Această etapă se numeşte **faza proliferativă** a ciclului. În endometru se formează glande tubulare şi aportul sanguin la nivelul endometrului creşte. În această etapă creşte nivelul estrogenilor şi al progesteronului, hormoni ce influenţează regenerarea endometrului. **Ovulaţia** are loc aproximativ în ziua 14, fiind determinată de o creştere bruscă a secreţiei de hormon luteinizant (LH) şi o creştere a nivelului de estrogeni şi progesteron. După eliberarea oocitului, foliculul ovarian rămas se transformă în corpul galben.

Între zilele 15-28 ale ciclului, corpul galben al ovarului secretă progesteron şi cantităţi mici de estrogeni. În uter, glandele endometriale încep să secrete nutrienţi pentru hrănirea embrionului, în cazul în care acesta s-a format. Această fază este numită **faza secretorie** a ciclului (Figura 23.6).

Dacă fecundaţia nu are loc, corpul galben involuează, iar nivelul sanguin al estrogenilor şi progesteronului scade. În absenţa stimulului hormonal, corpul galben degenerează. În schimb, dacă fecundaţia se produce, corpul galben va fi stimulat de gonadotropina corionică, un hormon secretat de blastocistul rezultat după fecundaţie. În absenţa sarcinii, scăderea nivelului hormonilor ovarieni determină constricţia vaselor de sânge (vasoconstricţie), iar în lipsa unui aport sanguin adecvat celulele endometriale încep să se necrozeze. Menstruaţia începe aproximativ în a 28-a zi şi marchează prima zi a unui nou ciclu menstrual. Prima menstruaţie este denumită **menarhă**, iar perioada în care ciclurile menstruale încetează, **menopauză**.

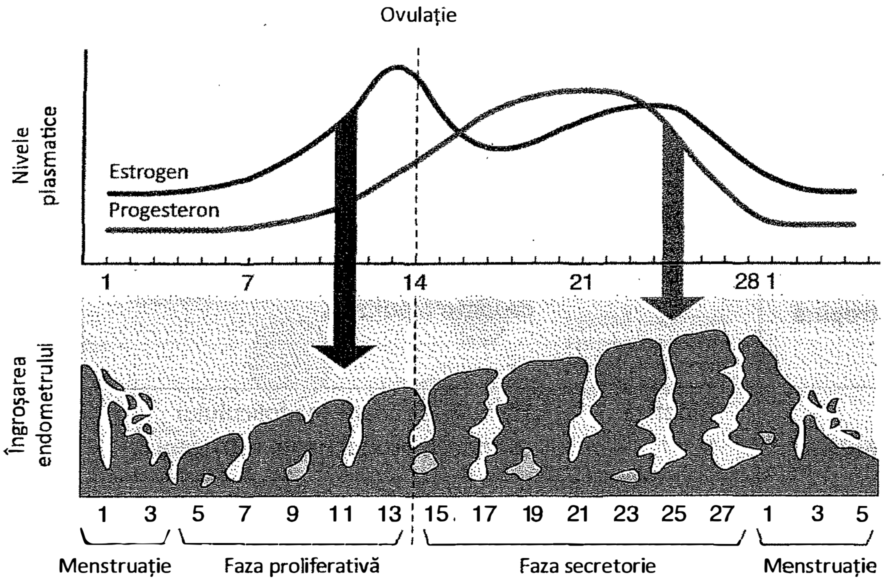


FIGURA 23.6 Ciclul menstrual. Menstruația durează câteva zile, urmează apoi faza proliferativă, între ziua a 6-a și ziua a 14-a, când se produce ovulația. Faza secretorie durează între zilele 15-28, completând ciclul. Observați nivelurile de estrogeni și progesteron în timpul diferitelor faze. Se poate urmări, de asemenea, grosimea endometrului, efectul hormonilor asupra dezvoltării acestuia fiind ilustrat prin săgețile verticale.

OOGENEZA

Procesul prin care se formează ovulele în ovar se numește **oogeneză**. Oogeneza începe înainte de naștere, în timpul vieții intrauterine. În acest stadiu, celulele germinale primitive, numite **oogonii**, intră în faza I a diviziunii meiotice, pe care însă nu o finalizează (rămânând în profaza I). Ele devin astfel **oocite primare**. Există aproximativ 2 milioane de oocite primare, fiecare oocit fiind înconjurat de un număr variabil de straturi celulare, formând astfel **foliculii primari**. Foliculii primari sunt prezenți în ovarele femeii încă de la naștere; după naștere nu se mai produc alți foliculi primari. La pubertate rămân aproximativ 75.000 de foliculi.

La vârsta pubertății, hipotalamusul începe secreția **hormonului eliberator de gonadotropină (Gonadotropin-releasing hormone, GnRH)** (Tabelul 23.2). Acest hormon stimulează hipofiza anterioară să elibereze **hormonul foliculostimulant (FSH)**. FSH-ul stimulează creșterea și maturarea câte unui folicul pe lună. Maturarea se produce în ovare, de obicei alternativ. Toate procesele de maturare încep de la oocitele primare deja prezente în ovar. LH-ul este un alt hormon secretat de hipofiză, care stimulează foliculul în curs de dezvoltare să producă estrogeni și progesteron.

Maturarea unui folicul implică dezvoltarea celulelor foliculare și modificări ale oocitelor primare. Oocitul primar, care are 46 de cromozomi, își finalizează prima fază a **meiozei**, cu formarea a două celule, fiecare cu câte 23 de cromozomi (Figura 23.7). Una dintre aceste celule, **oocitul secundar**, va forma ovulul matur, cu 23 de cromozomi; celula rămasă formează un **globul polar** nefuncțional, care în cele din urmă degenerează.

Oocitul secundar intră în a doua fază a meiozei (meioza II) şi se opreşte în metafaza II. Acest proces este stimulat de hormonul luteinizant (LH). În această fază, oocitul secundar este cunoscut ca **ovul**.

TABELUL 23.2 HORMONII SISTEMULUI REPRODUCĂTOR FEMININ

Hormon	Locul sintezei	Efecte principale	Control
Hormonul eliberator de gonadotropină (GnRH)	Hipotalamus	Stimulează producerea de FSH și LH de către hipofiză	
Hormonul foliculostimulant (FSH)	Hipofiză	Stimulează creșterea foliculului ovarian și producția de estrogeni	Hipotalamus
Hormonul luteinizant (LH)	Hipofiză	Stimulează producția de progesteron și ovulația	Hipotalamus
Estrogenii	Ovar (folicul)	Stimulează dezvoltarea caracterelor sexuale feminine; îngroașă mucoasa uterului; inhibă producția FSH-ului	FSH
Prolactina	Hipofiză	Stimulează secreția laptelui	Hipotalamus
Oxitocina	Hipotalamus	Stimulează eliberarea laptelui; stimulează contracțiile uterine în timpul menstruație și al nașterii	

Maturarea foliculului necesită aproximativ 14 zile, foliculul matur fiind denumit şi **folicul vezicular**. Oocitul se găseşte într-o cavitate plină cu lichid numită **antru**, fiind înconjurat de **coroana radiată**, alcătuită din celule de susținere (Figura 23.8). După maturare, o creştere bruscă a nivelului de LH stimulează eliberarea oocitului din folicul, prin procesul de **ovulație**. Apariția unei proeminențe pe suprafața ovarului indică începerea acestui proces.

Oocitul matur este eliberat în cavitatea peritoneală, unde curenții de lichid din fimbriile mobile ale trompelor uterine îl transportă imediat în trompele uterine, de unde ajunge apoi în uter. Celulele foliculare reziduale din ovar sunt supuse unor modificări structurale şi biochimice, controlate de LH, pentru a forma **corpul galben** (**corpus luteum**), o structură glandulară. Corpul galben rămâne activ aproximativ 12 zile şi produce cantități mari de progesteron şi estrogeni, apoi, dacă nu are loc fecundația începe să degenereze. În cazul în care fecundația are loc, corpul galben continuă să secrete hormoni.

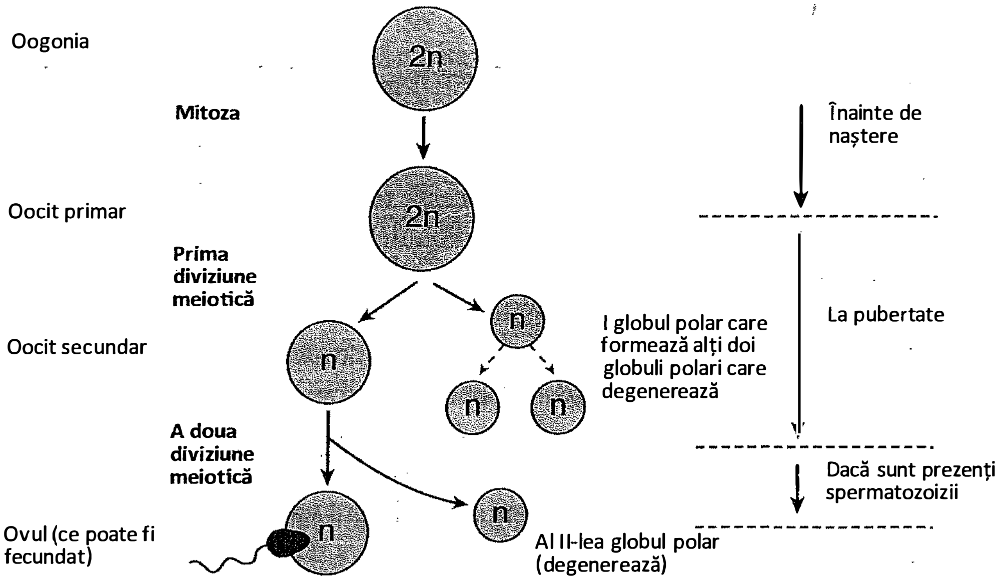


FIGURA 23.7 Formarea și dezvoltarea ovulului. Oogonia este celula primordială, diploidă (2n), cu 46 de cromozomi. Înainte de naștere, oogonia intră în faza I a diviziunii meiotice, transformându-se în oocit primar, prezent la naștere în ovar. La pubertate, procesul continuă, iar oocitul primar încheie prima fază a meiozei, formând oocitul secundar. Această celulă este haploidă, având 23 de cromozomi (n număr de cromozomi). (Cealaltă celulă formată în faza I dă naștere primului globul polar și apoi, prin diviziunea acestuia, altor doi globuli polari, care degenerează). Oocitul secundar începe a doua fază a meiozei. În prezența unui spermatozoid, oocitul își finalizează această fază a meiozei și formează ovulul matur, cu 23 de cromozomi, precum și un al doilea globul polar. Ovulul se poate uni acum cu spermatozoidul în procesul de fecundație.

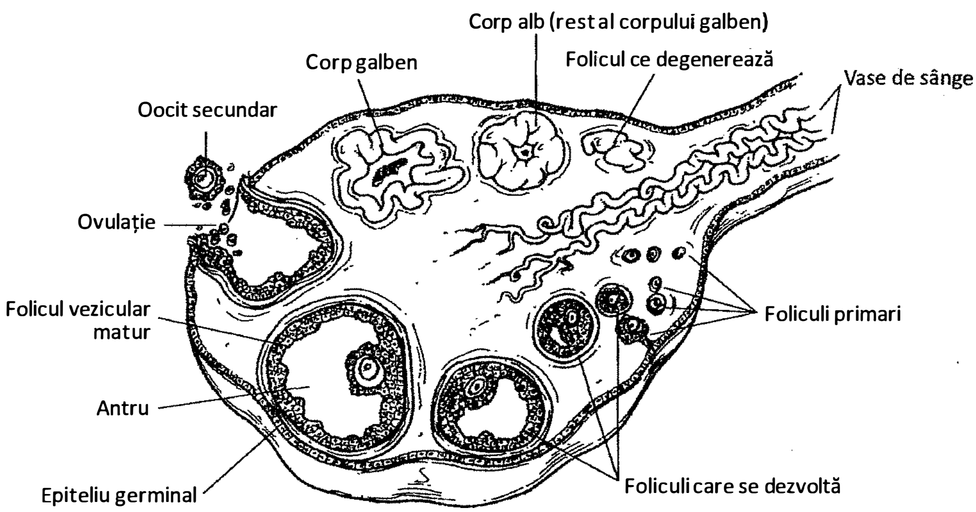


FIGURA 23.8 Evoluția proceselor care au loc lunar în ovar. Este ilustrată dezvoltarea foliculului matur, cu aspect veziculos, începând cu foliculul primar și continuând cu eliberarea oocitului secundar, care devine apoi ovul ce poate fi fecundat. Corpul galben se formează din stucturile foliculului care rămân în ovar.

FECUNDAŢIA

Fecundaţia presupune unirea gameţilor în timpul reproducerii sexuate. În timpul **fecundaţiei**, un spermatozoid care conţine 23 de cromozomi se uneşte cu un ovul care conţine 23 de cromozomi şi formează un ovul fecundat (celulă-ou) cu 46 de cromozomi. Pentru ca spermatozoidul să se unească cu ovulul, acesta trebuie să fie capacitat. Capacitaţia presupune fragilizarea membranei spermatozoidului, pentru a permite eliberarea enzimelor din acrozom. Capacitaţia are loc în timp ce spermatozoizii parcurg mucusul sistemului reproducător feminin, în acest timp modificându-se membrana celulară a acestora. Consecutiv, spermatozoidul se poate uni cu ovulul. Pentru ca un singur spermatozoid să fecundeze ovulul, sunt necesare enzimele eliberate din acrozomii unui număr mare de spermatozoizi.

Ovulul fecundat se numeşte **zigot**. Sexul zigotului este determinat de tipul de cromozomi. Dacă sunt prezenţi doi cromozomi X, individul va fi de sex feminin, dacă este prezent un cromozom X şi un cromozom Y, individul va fi de sex masculin.

De obicei, fecundaţia are loc în trompele uterine, după ce spermatozoizii depozitaţi în vagin înoată prin colul uterin şi uter până la trompe (Figura 23.9). Enzimele din acrozomul spermatozoizilor digeră straturile celulare exterioare ale ovulului, şi numai un singur spermatozoid reuşeşte să îl penetreze. Imediat după aceea, în membrana ovulului au loc modificări ce fac imposibilă penetrarea altor spermatozoizi. În acest moment oocitul secundar îşi finalizează meioza, având 23 de cromozomi în nucleu, şi un alt globul polar (care degenerează). Nucleul spermatozoidului, cu 23 de cromozomi, se uneşte cu nucleul ovulului, formându-se astfel nucleul zigotului cu 46 de cromozomi.

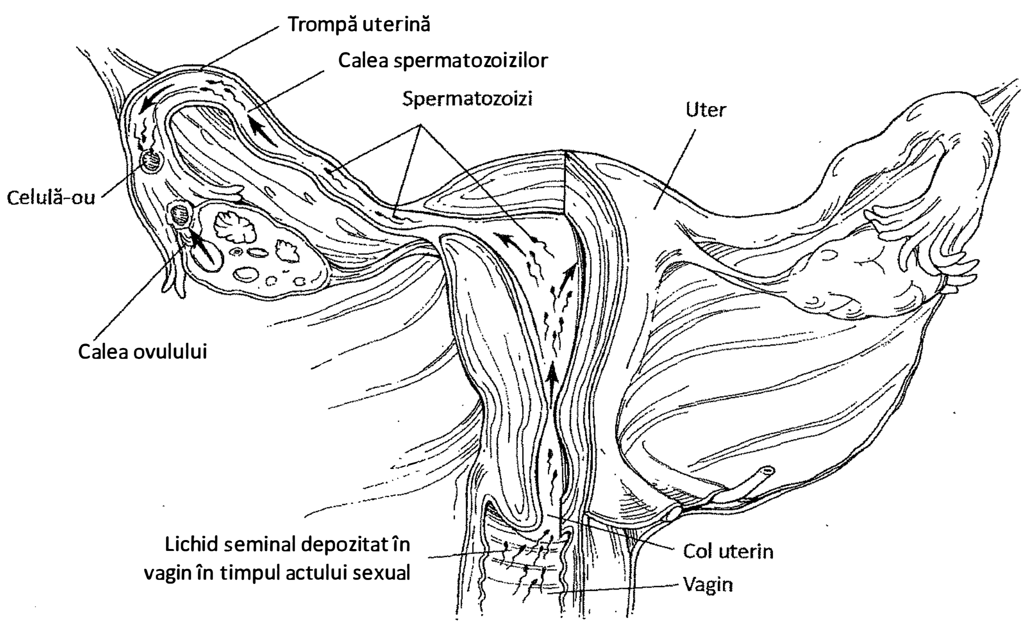


Figura 23.9 Fecundaţia în trompa uterină. Sunt ilustrate căile pe care le urmează spermatozoizii şi ovulul, înainte de unirea lor în trompa uterină.

După fecundație, zigotul suferă un proces de **segmentare**, sau mitoză fără creștere celulară, pentru a forma 16 sau mai multe sfere unicelulare solide, numite **morulă**. Apoi, morula dezvoltă o structură celulară cavitară, plină cu lichid, numită **blastocist**, mai mare decât ovulul. Blastocistul coboară prin trompa uterină și ajunge la uter în aproximativ 4 sau 5 zile după ovulație. În cavitatea uterină, blastocistul absoarbe nutrienții necesari din secrețiile glandelor uterine. În câteva zile, vine în contact cu peretele endometrului, erodează epiteliul și se fixează în endometru (Figura 23.10). Acest proces, cunoscut sub numele de **implantare**, este de obicei finalizat în aproximativ 5 zile după fecundație.

După ce fecundația a avut loc, corpul galben din ovar continuă să producă progesteron, care împiedică eliminarea mucoasei endometriale. Prelungirile blastocistului, numite **vilozități coriale**, se unesc cu țesuturile uterine și formează un organ numit **placentă**. Placenta este mediul de transfer pentru gaze dizolvate, substanțe nutritive și reziduuri, între fluxul sanguin embrionar și cel matern. Placenta devine, de asemenea, un organ endocrin producând estrogeni și progesteron pentru a menține sarcina.

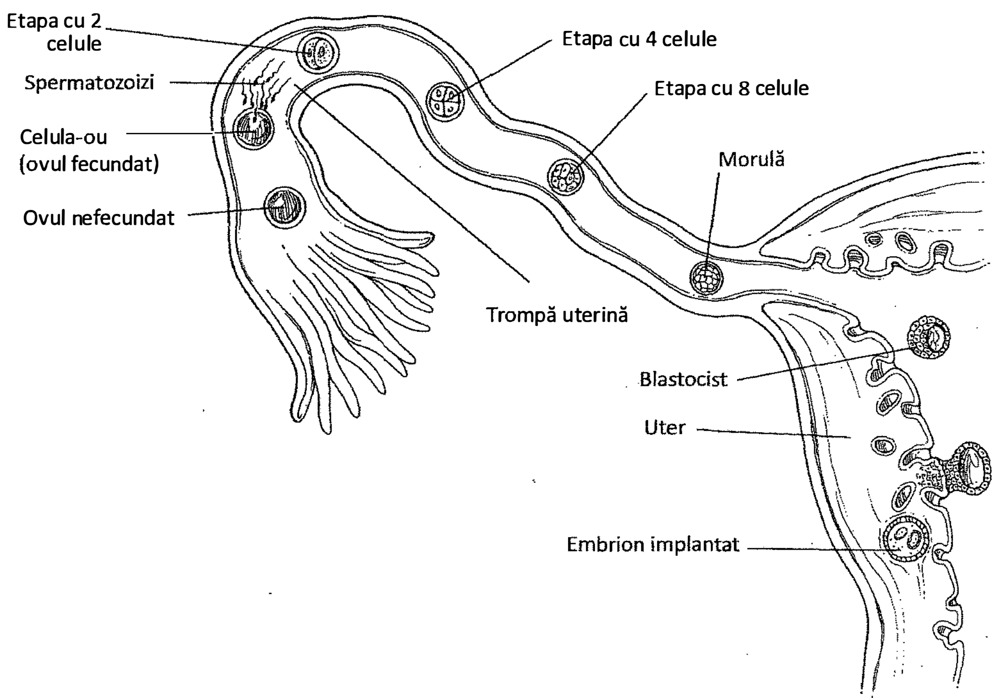


FIGURA 23.10 Procesele ce survin după fecundație. După ce ovulul este fecundat în trompa uterină, urmează o serie de diviziuni celulare din care rezultă morula și blastocistul, care se fixează pe peretele uterin. Apoi, din blastocist se dezvoltă embrionul.

La scurt timp după ce a avut loc implantarea, în sângele matern se poate detecta **gonadotropina corioniocă umană** (hCG), produsă de celulele placentare. Prezența hCG-ului în sânge sau urină reprezintă un indiciu sigur că fecundația a avut loc și începe dezvoltarea sarcinii. În prezența hCG-ului, corpul galben nu degenerează. În schimb, acesta rămâne funcțional și continuă să producă progesteron și estrogeni timp de aproximativ trei luni, după care degenerează. Din acel moment, placenta este cea care secretă activ estrogenii și progesteronul, necesari pentru a menține sarcina.

DEZVOLTAREA EMBRIONARĂ ȘI FETALĂ

Primele două luni de dezvoltare sunt considerate perioada embrionară, iar individul în curs de dezvoltare este numit **embrion**.

După ce se fixează în endometru, blastocistul dezvoltă o masă celulară internă, care apoi se diferențiază în trei foițe embrionare în procesul de **gastrulație**. Structura care conține cele trei foițe embrionare se numește **disc embrionar**. Straturile discului embrionar sunt ectodermul, mezodermul și endodermul. Foițele embrionare dau naștere tuturor sistemelor de organe ale individului (Tabelul 23.3). **Ectodermul** este foița embrionară externă. Din acesta se vor dezvolta sistemul nervos și epidermul, precum și părți ale ochiului și urechii. Foița embrionară mijlocie, **mezodermul**, va da naștere mușchilor scheletici, majorității mușchilor netezi și mușchiului cardiac. Tot mezodermul va da naștere sângelui, dermului, oaselor, anumitor epitelii, căilor urinare și unor componente ale ochiului și urechii. Din foița embrionară internă, **endodermul**, se vor dezvolta componente ale sistemului gastrointestinal și respirator, precum și multe dintre glande (Figura 23.11).

TABELUL 23.3 FOIȚELE EMBRIONARE ȘI STRUCTURILE DERIVATE ALE ACESTORA

Strat germinal	Organ sau țesut derivat
Ectoderm	Sistemul nervos Epidermul pielii și structurile anexe (unghii, păr etc) Glanda hipofiză (pituitară)
Mezoderm	Scheletul (osul și cartilajul) Mușchii Sistemul circulator Sistemul excretor Sistemul reproducător Dermul pielii Tunicile externe al tubului digestiv
Endoderm	Mucoasa tubului digestiv și structurile anexe Mucoasa tractului respirator

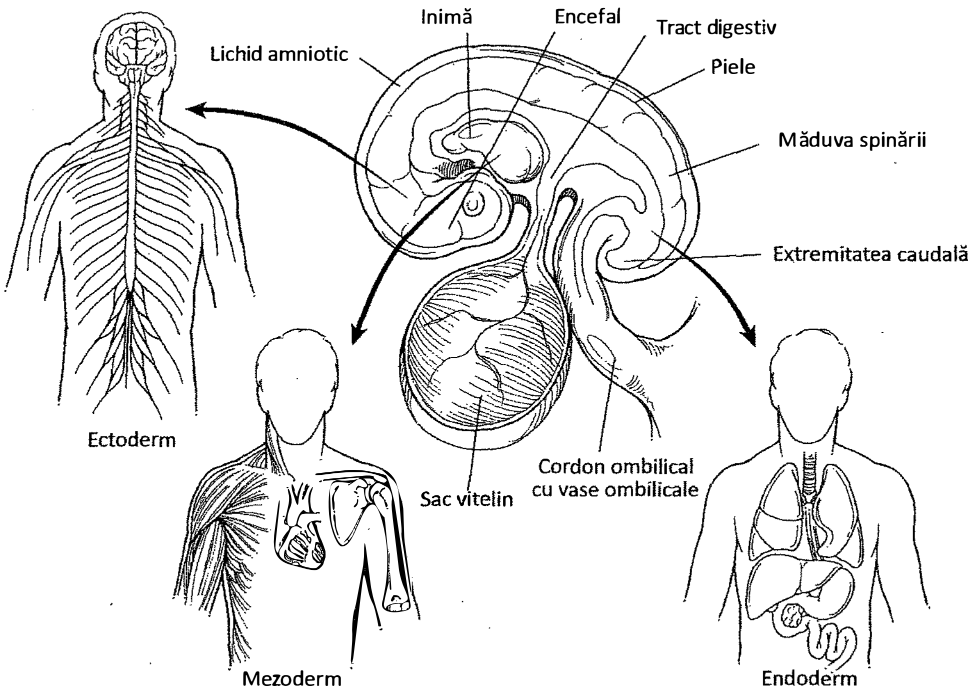


Figura 23.11 Cele trei foițe embrionare și organele derivate ale acestora.

Pe parcursul dezvoltării sale, embrionul este înconjurat de o serie de membrane. Sacul care cuprinde în întregime embrionul se numește sac **amniotic** (**amnion**), iar membrana lui, **membrana amniotică**. Zona din afara amnionului poartă denumirea de **corion**. Această zonă este delimitată de **membrana corionică** ce stă la originea vilozităților coriale. Amnionul și corionul fuzionează mai târziu pentru a forma sacul care cuprinde fătul. Între amnion și corion se găsește o membrană extrem de vascularizată, numită **membrană alantoidă**, care intră în alcătuirea cordonului ombilical. Pentru primele șase săptămâni, embrionul are, de asemenea, un **sac vitelin** cuprins într-o **membrană vitelină** (Figura 23.12) .

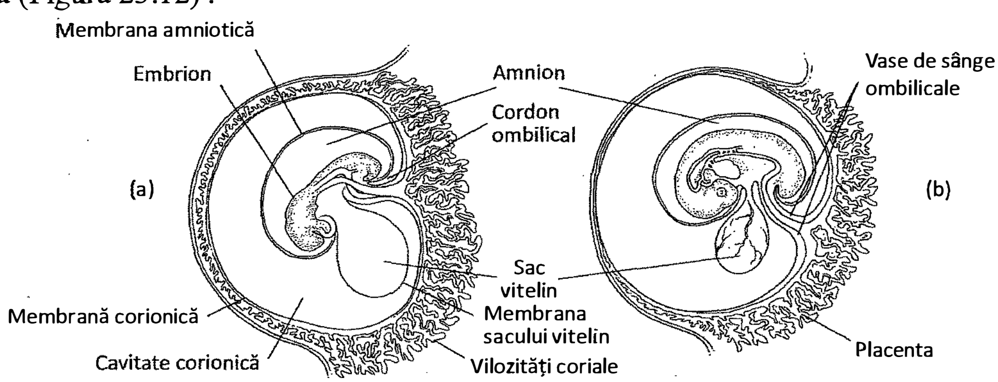


Figura 23.12 Membranele embrionului. (a) La începutul dezvoltării embrionare se formează membranele amniotice, corionului, alantoidei și membrana vitelină. (b) După cinci săptămâni, membranele au o structură diferită. Din membrana corionică se formează vilozitățile coriale care intră în structura placentei. Alantoida contribuie la formarea cordonului ombilical și a vaselor de sânge ombilicale.

Cordonul ombilical este o structură alungită, cu aspectul unei „sfori", ce conține două artere ombilicale şi o venă ombilicală. Extinzându-se de la placentă la embrion, şi apoi la făt, cordonul ombilical este organul ce transportă gaze, nutrienți şi reziduuri între mamă şi copil.

Ultimele şapte luni de dezvoltare sunt considerate perioada fetală, iar individul ce se dezvoltă se numeşte **făt**. Sistemele de organe iau naştere în perioada embrionară şi se dezvoltă în timpul perioadei fetale. În acelaşi timp, fătul dobândeşte un aspect uman. Pe tot parcursul dezvoltării sale, fătul este înconjurat de amnion.

În timpul primei luni a dezvoltării fetale, respectiv a **lunii a treia** de sarcină, sistemele de organe deja formate, încep să se dezvolte (Figura 23.13). Este accelerată creşterea în lungime a corpului şi continuă dezvoltarea encefalului. Se dezvoltă ochii şi sunt prezenți mugurii membrelor superioare şi inferioare. Bătăile inimii devin detectabile şi se formează modelul cartilaginos al oaselor. Sunt vizibile organele externe de reproducere.

În timpul **lunii a patra**, apare o creştere rapidă a corpului. Se disting membrele şi devin evidente caracteristicile faciale. Sunt formate vasele mari de sânge, cresc membrele, iar în scheletul cartilaginos apar punctele de osificare. Se pot observa unghiile şi genele.

Muşchii scheletici sunt activi, iar primele mişcări fetale pot fi percepute începând cu **luna a cincea**. Pielea este acoperită cu păr fin, pufos numit **lanugo**. Membrele superioare şi inferioare ating proporțiile lor normale în raport cu corpul.

În timpul **lunii a șasea**, creşterea în greutate este substanțială. Capul fătului devine mai proporțional față de restul corpului. Se dezvoltă vasele de sânge din piele care, în acest moment, are un aspect ridat.

În **luna a șaptea** se depune mai multă grăsime, iar pielea se netezeşte. Se deschid ochii. Pe parcursul **lunii a opta**, copilul este considerat „la termen" şi are şanse reale de supraviețuire în afara corpului. Pe parcursul **lunii a noua**, depunerea de grăsime subcutanată conferă pielii un aspect neted, iar copilul este gata să se nască.

Naşterea are loc la aproximativ 266 de zile (9 luni) după fecundare. Aceasta implică o serie de procese şi factori chimici, precum şi numeroase mecanisme de feedback (Figura 23.14). Naşterea mai este denumită şi **parturiție**. La debutul travaliului secreția de progesteron din placentă scade. Această scădere anulează efectul inhibitor al progesteronului asupra endometrului. Modificările nivelului progesteronului şi estrogenilor stimulează, de asemenea, sinteza de **prostaglandine**. Rolul acestor hormoni în procesul naşterii constă în stimularea muşchilor netezi din peretele uterin şi dilatarea colului uterin pentru a se deschide orificiul cervical. Ca răspuns la contracțiile musculare uterine, lobul posterior al hipofizei eliberează **oxitocină**.

Oxitocina induce contracții uterine puternice. Amnionul se rupe, eliberând lichidul amniotic. Pe măsură ce capul fetal trece prin colul uterin, distensia țesuturilor cervicale stimulează eliberarea de cantități suplimentare de oxitocină. De asemenea, această distensie inițiază unde de contracții la nivelul corpul uterin. Contracțiile uterine induc contracții ale peretelui abdominal prin căi reflexe de la nivelul măduvei spinării.

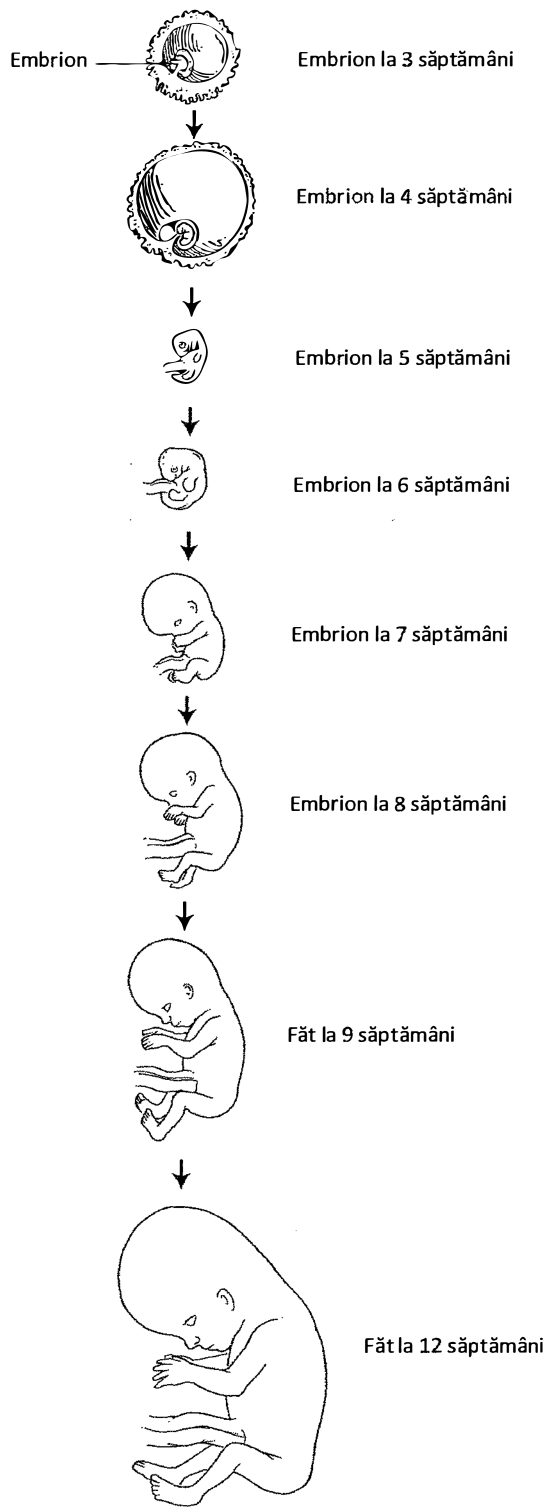


FIGURA 23.13 Etapele dezvoltării embrionului şi fătului de la 3 la 12 săptămâni. Din săptămâna a 12-a (luna a treia), toate sistemele organismului sunt formate, iar în lunile următoare are loc dezvoltarea lor.

Contracțiile uterine și abdominale împing copilul prin colul uterin și vagin la exterior. În mod normal, mai întâi apare capul copilului (**prezentație craniană**), dar în circa 5% din cazuri, mai întâi apar fesele, situație numită naștere în prezentație pelviană. La câteva minute după nașterea copilului, placenta este expulzată din uter.

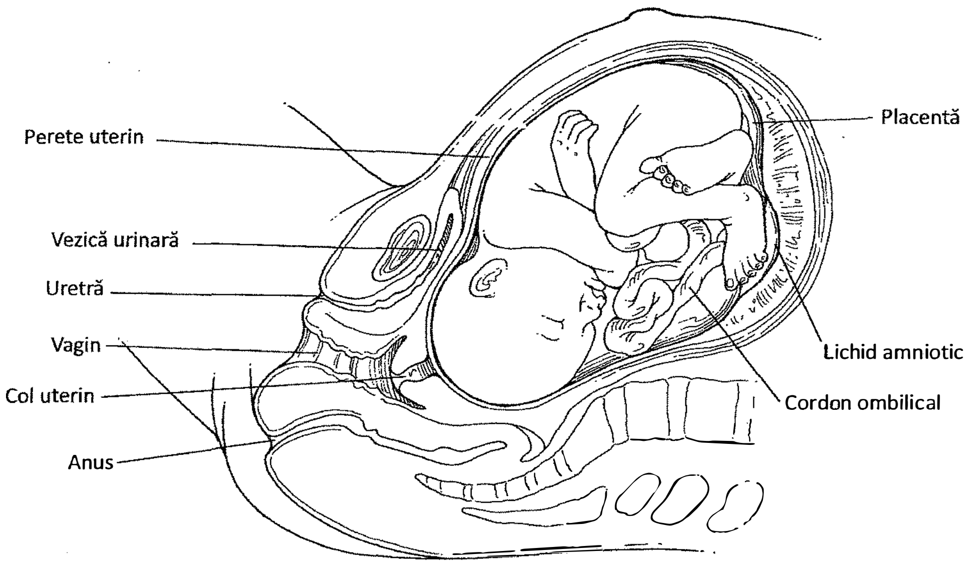


FIGURA 23.14 Fătul complet dezvoltat și poziția lui, imediat înainte de naștere.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Identificaţi corect literele corespunzătoare părţilor sistemului reproducător feminin, precum şi structurile adiacente acestora.

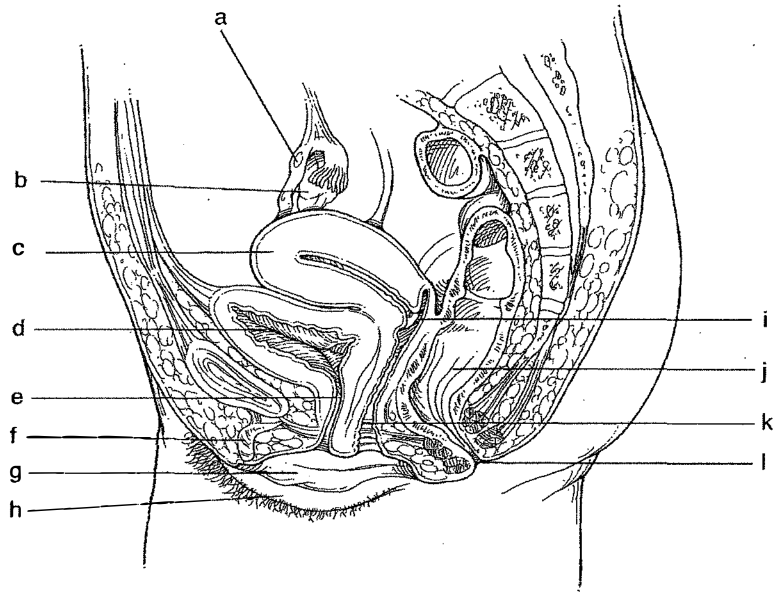


FIGURA 23.15

___ 1. anus
___ 2. col uterin
___ 3. clitoris
___ 4. labia mare
___ 5. labia mică
___ 6. ovar
___ 7. rect
___ 8. uretră
___ 9. vezică urinară
___ 10. trompă uterină
___ 11. uter
___ 12. vagin

SECŢIUNEA B – ***Completare:*** *Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Cele mai importante organe ale tractului genital feminin sunt cuprinse într-un pliu al peritoneului, numit ____________________.
2. Organele sistemului reproducător feminin unde se formează oocitele sunt numite ____________________.
3. Hormonii produşi de celulele sistemului reproducător feminin sunt progesteronul şi ____________________.
4. Ligamentele care sprijină ovarul sunt ligamentul ovarian şi ____________________.

5. Celulele germinale imature din ovar sunt cunoscute ca ____________________.
6. Porțiunea dilatată, de la capătul trompei uterine, cu aspect de pâlnie este ____________________.
7. Prelungirile care se extind de la trompele uterine în cavitatea pelviană sunt ____________________.
8. Fecundarea ovulului de către spermatozoid are loc de obicei în ____________________.
9. Transportul oocitului prin trompele uterine este facilitat de mișcările unor prelungiri citoplasmatice ale celulelor epiteliale, cu aspect similar firelor de păr denumite ____________________.
10. Organul cavitar în care se dezvoltă embrionul este ____________________.
11. Trompele uterine pătrund în uter în partea superioară, bombată, a corpului uterului numită ____________________.
12. Porțiunea uterului care se proiectează în vagin poartă denumirea de ____________________.
13. Stratul intern al peretelui uterin, care va fi parțial înlăturat în timpul menstruației este ____________________.
14. Stratul mijlociu al peretelui uterin, alcătuit dintr-un strat muscular gros este numit ____________________.
15. Canalul fibro-muscular, ce se întinde între uter și organele genitale externe este ____________________.
16. Pliul epitelial ce blochează parțial intrarea în vagin înainte de începerea activității sexuale este numit ____________________.
17. Canalul fibro-muscular unde sunt depozitați spermatozoizii în timpul actului sexual este ____________________.
18. Vulva este un termen sinonim cu ____________________.
19. Structura ce conține o cantitate mică de țesut erectil, care se mărește pe parcursul excitării sexuale a femeii este ____________________.
20. În timpul actului sexual sunt eliberate secreții cu rol lubrifiant de către glanda vestibulară mare și de către ____________________.
21. Două pliuri cutanate alungite, care înconjoară și acoperă parțial labiile mici și părți ale vestibulului sunt ____________________.
22. După naștere, nou-născutul este alimentat cu laptele produs de ____________________.

23. Producția de lapte poartă denumirea de ___________________.

24. Secreția de lapte este controlată de hormonul numit ___________________.

25. Modificările fiziologice şi structurale ale sistemului reproducător feminin, ce se produc ca răspuns la modificările secreției hormonilor ovarieni, poartă denumirea de ___________________.

26. Durata unui ciclu menstrual complet este de aproximativ ___________________.

27. Etapa ciclului menstrual în care se dezvoltă foliculii ovarieni şi se regenerează endometrul este ___________________.

28. Eliberarea oocitului din folicul, ce însoțeşte creşterea nivelului de estrogeni şi progesteron, este un proces cunoscut sub denumirea de ___________________.

29. Procesul prin care în ovar se formează ovule mature este cunoscut sub numele de ___________________.

30. Celulele germinale primitive care, prin oogeneză, vor forma oocite mature se numesc ___________________.

31. Straturile de celule ce înconjoară oocitele, împreună cu oocitul formează o structură numită ___________________.

32. În ovar, foliculul creşte si se maturează sub acțiunea hormonului ___________________.

33. Oocitul secundar în metafaza II este cunoscut şi sub numele de ______________.

34. Numărul de cromozomi din oocitul secundar în metafaza II este de ___________.

35. După ce oocitul este eliberat din folicul, celulele foliculare reziduale formează o structură numită ___________________.

36. Când un ovul se uneşte cu un spermatozoid, în procesul fecundației, celula care rezultă se numeşte ___________________.

37. Zigotul formează două celule, apoi patru celule, apoi opt celule prin procesul de ___________________.

38. Structura celulară cavitară ce rezultă din diviziuni multiple ale oocitului fecundat este ___________________.

39. Procesul în care blastocistul se fixează în peretele endometrului este numit ___________________.

40. În uter, organul care produce hormoni şi asigură un mediu propice pentru transferul de nutrienți, gaze şi reziduuri între fluxul sanguin embrionar şi matern este numit ___________________.

41. Un indiciu sigur că fecundația a avut loc este prezența hormonului numit ____________________ în fluxul sanguin.

42. Hormonul produs de corpul galben, care inhibă contracțiile uterine este cunoscut sub numele de ____________________.

43. În primele două luni de la implantare, individul ce se dezvoltă poartă numele de ____________________.

44. Foița embrionară din care se dezvoltă mușchii scheletici, mușchii inimii, sângele, oasele și alte organe este ____________________.

45. Foița embrionară din care dezvoltă sistemul gastrointestinal, majoritatea glandelor și structuri ale sistemului respirator este ____________________.

46. Sacul în care se dezvoltă embrionul este numit ____________________.

47. Structura cu aspect de sfoară, ce se extinde de la placentă la embrion în timpul dezvoltării sale este numită____________________

48. Pe parcursul ultimelor șapte luni de sarcină, individul ce se dezvoltă este cunoscut sub numele de ____________________.

49. Bătăile inimii, osificarea oaselor și sistemele organismului se dezvoltă în timpul lunii a ____________________ de sarcină.

50. În timpul primelor etape ale nașterii, contracțiile uterului sunt provocate de un hormon secretat de hipofiză, cunoscut sub numele de ____________________.

***SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere**: Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Organele sistemului reproducător feminin sunt situate în cavitatea pelviană, într-un pliu al peritoneului cunoscut sub numele de
   A. ligament mic
   B. ligament ovarian
   C. ligament larg al uterului
   D. ligament îngust

2. Ovulația are loc la fiecare
   A. 2-3 zile
   B. 14-15 zile
   C. 28-30 zile
   D. 8-9 luni

3. Ampula, fimbriile și infundibulul sunt structuri anatomice ale
   A. uterului
   B. colului uterin
   C. vaginului
   D. trompelor uterine

4. Când oocitele sunt eliberate din foliculii ovarului, ele sunt transportate în trompele uterine
   A. de către flagelul lor
   B. de către curenții formați de celulele suspensoare
   C. de către cilii fimbriilor
   D. prin absorbție de către colul uterin

5. Toate afirmațiile de mai jos despre uter sunt adevărate, *cu excepția*
   A. este un organ cavitar de mărimea și forma unei pere
   B. se mărește considerabil în timpul sarcinii
   C. se mai numește mitră
   D. este alcătuit dintr-un singur strat celular numit miometru

6. Stratul uterului în care are loc dezvoltarea embrionului este numit
   A. perimetru
   B. endometru
   C. miometru
   D. neurometru

7. Pentru ca spermatozoizii să ajungă la ovulul din trompa uterină, ei trebuie să înoate prin
   A. vagin, col uterin, uter
   B. vagin, ovare, vulvă
   C. vulvă, vagin, ovare
   D. uter, col uterin, ovare

8. Himenul este un pliu epitelial ce blochează parțial intrarea în vagin
   A. înainte de primul act sexual
   B. după instalarea menopauzei
   C. după ce a avut loc fertilizarea oocitului
   D. doar după ce are loc nașterea

9. La locul de deschidere al colului uterin în vagin există un mic reces (nișă), cunoscut sub numele de
   A. infundibul
   B. fornix
   C. labia minoră
   D. areola

10. Una din funcțiile glandelor vestibulare este aceea de
   A. a hrăni embrionul aflat în curs de dezvoltare
   B. a produce hormoni pentru a stimula producția foliculară
   C. a produce progesteron pentru a menține sarcina
   D. a lubrifia vaginul în timpul actului sexual

11. Lactația este procesul de
    A. implantare în peretele uterului
    B. producere de oocite în ovare
    C. producere de lapte de către glandele mamare
    D. naştere

12. În primele zile ale ciclului menstrual
    A. are loc ovulația
    B. este îndepărtat stratul funcțional
    C. stratul funcțional al endometrului se îngroaşă
    D. are loc fecundația oocitelor

13. În timpul zilelor 6-14 ale ciclului menstrual
    A. are loc fertilizarea
    B. este eliminat endometrul din uter
    C. se dezvoltă foliculii în ovare
    D. corpul galben produce o cantitate mare de progesteron

14. În timpul zilelor 15-28 ale ciclului menstrual
    A. nivelul de progesteron este scăzut
    B. este eliminată mucoasa uterină
    C. are loc ovulația
    D. corpul galben secretă progesteron

15. În procesul meiozei, în ovar
    A. este produs un oocit cu 23 de cromozomi
    B. spermatozoizii sunt depozitați în vagin
    C. are loc menstruația
    D. embrionul în curs de dezvoltare se fixează în mucoasa uterină

16. Corpul galben se formează din
    A. celulele reziduale ale foliculului
    B. celulele ectodermului şi endodermului
    C. celulele ciliate ale trompei uterine
    D. glanda vestibulară

17. Pentru a forma zigotul
    A. este necesară prezența hCG-ului
    B. corpul galben trebuie să secrete progesteron
    C. este necesară unirea spermatozoidului cu ovulul
    D. este necesară formarea cordonului ombilical

18. În timpul sarcinii, stratul funcțional al endometrului nu se elimină, datorită
    A. prezenței hormonului FSH
    B. dezvoltării cordonului ombilical
    C. nivelului crescut de progesteron
    D. formării foliculului matur

19. Din foița embrionară endodermală se vor dezvolta
    A. mușchii scheletici și majoritatea mușchilor netezi
    B. mușchiul inimii și sângele
    C. sistemul nervos și epidermul
    D. tractul gastrointestinal și cel respirator

20. Următoarele afirmații despre cordonul ombilical sunt adevărate, *cu excepția*
    A. este o structură alungită, cu aspect de frânghie
    B. conține o arteră ombilicală și două vene ombilicale
    C. se extinde de la placentă la embrion
    D. intermediază schimburile de gaze, nutrienți și resturi

21. În timpul sarcinii, corpul galben rămâne funcțional
    A. pe tot parcursul sarcinii
    B. pentru aproximativ 3 zile
    C. pentru aproximativ 3 luni
    D. pentru 6 luni

22. Sacul care cuprinde în întregime embrionul este numit
    A. placentă
    B. lanugo
    C. amnion
    D. mezoderm

23. Este considerat făt individul în curs de dezvoltare
    A. pe parcursul sarcinii
    B. doar pe parcursul ultimelor două săptămâni
    C. în primele două luni
    D. în ultimele 7 luni

24. Nașterea este marcată prin
    A. scăderea progesteronului și creșterea oxitocinei
    B. creșterea progesteronului și scăderea oxitocinei
    C. creșterea FSH-ului și scăderea LH-ului
    D. creșterea LH-ului și scăderea FSH-ului

25. Nașterea în prezentație pelviană este cea în care
    A. mai întâi apare capul copilului
    B. mai întâi apar fesele copilului
    C. nașterea are loc prin operație cezariană
    D. mai întâi apar mâinile copilului

***SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcați cu litera „A” afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată*

1. Trompele uterine se întind de-a lungul marginii superioare a ligamentului larg și se deschid în cavitatea pectorală.
2. Ovarele produc oocite precum și hormoni sexuali feminini – estrogeni și androgen.
3. Oocitele se maturează în corpul galben și sunt eliberate în momentul ovulației.
4. La femei, ovulația are loc la fiecare 14 zile.
5. Fimbriile, ampula și istmul sunt părți componente ale trompelor uterine.
6. Prelungirile citoplasmatice cu aspect de fir de păr, numite flagel se mișcă și ajută la deplasarea oocitelor prin trompele uterine.
7. Spermatozoizii fecundează oocitele în uter.
8. Uterul, cunoscut de asemenea sub denumirea de mitră, este locul în care are loc nutriția embrionului și a fătului.
9. Corpul uterin se continuă spre vagin printr-o structură numită fund uterin.
10. Dacă nu are loc fecundarea ovulului, stratul funcțional al miometrului este eliminat în timpul menstruației.
11. Pentru ca spermatozoizii să ajungă în trompele uterine, ei trebuie să înoate prin uter.
12. Canalul fibro-muscular în care sunt depuși spermatozoizii, și care este de asemenea și canalul de naștere, este numit și clitoris.
13. Înainte de începerea activității sexuale, intrarea în vagin este parțial blocată de un pliu epitelial numit infundibul.
14. Zona vulvei unde se deschide vaginul se numește istm.
15. Labia mică și labia mare sunt părți ale organelor genitale externe.
16. Nou-născutul este alimentat cu laptele matern produs de hipofiză.
17. Pielea din jurul fiecărui mamelon al sânului, ce are o culoare mai închisă se numește areolă.
18. În primele zile ale ciclului menstrual, stratul funcțional al endometrului se desprinde de pereții vaginului.
19. În ultimele două săptămâni ale ciclului menstrual, corpul galben produce cantități mari de estrogeni și testosteron.

20. O celulă primitivă, care poate deveni oocit la femeie, se numește oogonie.

21. Dezvoltarea foliculului ovarian este stimulată de hormonul lactogenic.

22. Procesul prin care un oocit primar își reduce numărul de cromozomi pentru a forma un oocit matur se numește mitoză.

23. Oocitul este eliberat în cavitatea pelviană și aspirat în vagin pentru a fi transportat în uter.

24. Implantarea are loc când fătul se fixează în peretele uterului.

25. Prezența hCG-ului în fluxul sanguin al mamei este un indiciu că a avut loc menstruația.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

La vârsta de 17 ani, lui Sue i-a fost extirpat ovarul stâng din cauza unui chist ovarian. La vârsta de 22 de ani, i-a fost extirpată trompa uterină dreaptă din cauza unei sarcini extrauterine. La vârsta de 29 de ani, ea este însărcinată pentru a doua oară. Cum este posibil acest lucru?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 23.15

1. l
2. i
3. f
4. h
5. g
6. b
7. j
8. e
9. d
10. a
11. c
12. k

SECȚIUNEA B – Completare

1. ligamentul larg
2. ovare
3. estrogenii
4. ligament suspensor
5. oogonii
6. infundibulul
7. fimbriile
8. trompa uterină
9. cili
10. uterul
11. fund uterin
12. col uterin
13. endometrul
14. miometru
15. vaginul
16. himen
17. vaginul
18. organele genitale externe
19. clitorisul
20. glandele parauretrale
21. labiile mari
22. glandele mamare
23. lactație
24. oxitocină
25. ciclu menstrual
26. 28 de zile
27. etapa proliferativă
28. ovulație
29. oogeneza
30. oogonii
31. folicul
32. foliculostimulant
33. ovul
34. 23
35. corp galben
36. zigot
37. clivaj
38. blastocistul
39. implantare
40. placentă
41. gonadotropină corionică
42. progesteron
43. embrion
44. mezodermul
45. endodermul
46. amnion
47. cordon ombilical
48. făt/fătul
49. treia
50. oxitocină

Partea C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C
2. C
3. D
4. C
5. D
6. B
7. A
8. A
9. B
10. D
11. C
12. B
13. C
14. D
15. A
16. A
17. C
18. C
19. D
20. B
21. C
22. C
23. D
24. A
25. B

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. pelviană
2. progesteron
3. folicul
4. 28
5. A
6. cili
7. trompa uterină
8. A
9. col uterin
10. endometrului
11. A
12. vagin
13. himen
14. vestibul
15. A
16. glandele mamare
17. A
18. uterului
19. progesteron
20. A
21. foliculostimulant
22. meioză
23. trompa uterină
24. blastocistul
25. fecundația

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Ovulul a fost transportat din ovarul drept al lui Sue în cavitatea peritoneală şi a fost aspirat de către trompa uterină stângă, unde a fost fertilizat. (Acest fenomen se întâmplă foarte rar, dar este posibil, şi a făcut posibilă concepția şi apoi naşterea).

GLOSAR

abdomen – Zona dintre diafragmă şi pelvis.

abducţie – Îndepărtarea unei părţi a corpului de linia mediană.

absorbţie – Proces prin care produşii de digestie trec prin peretele intestinal în capilare sau vase limfatice.

acetabul – Cavitate în formă de cupă pe suprafaţa laterală a osului coxal; capul femurului.

acetilcolină – Neurotransmiţător eliberat de către anumite celule nervoase.

acid dezoxiribonucleic (ADN) – Acid nucleic ce conţine informaţia ereditară a organismului.

acidoză – Stare de aciditate crescută în spaţiul extracelular şi sânge.

acid hialuronic – Polizaharid ce leagă celulele într-un ţesut.

acini – Grup de celule care secretă enzime digestive în pancreas; de asemenea, grupuri de celule în alte glande exocrine.

acomodare – Modificare în curbura cristalinului pentru adaptare la diferite distanţe.

actină – Una dintre proteinele contractile esenţiale din celulele musculare.

adducţie - Apropierea unei părţi a corpului de linia mediană.

adenohipofiză – Glanda hipofizară anterioară.

adenozin trifosfat (ATP) – Moleculă organică ce conţine şi eliberează energie chimică pentru celulele corpului.

adrenalină – Hormon produs de medulara glandelor adrenale; denumit şi epinefrină..

agonist – Muşchi care se opune în acţiune unui alt muşchi numit antagonist.

alantoidă – Membrană embrionară din care se dezvoltă vasele de sânge ale cordonului ombilical.

alcaloză – Stare de alcalinitate crescută în spaţiul extracelular şi sânge.

aldosteron – Hormon produs de către corticala suprarenalei; reglează reabsorbţia ionului de sodiu la nivelul tubilor renali şi, astfel, influenţează cantitatea de apă în sânge şi presiunea arterială.

alveolă – Sac aerian, microscopic, la nivelul plămânului.

amfiartroză – O articulaţie semimobilă.

amnion – Membrane fetale ce delimitează un sac lichidian în jurul embrionului.

AMP ciclic – Mesager secundar intracelular ce mediază efectele hormonale în celulele ţintă.

ampulă – Dilataţie sacciformă a unui tub.

androgen – Hormon care determină caracterele sexuale secundare masculine.

anemie – Un grup de anomalii ale hemoglobinei sau ale hematiilor care determină o scădere a capacităţii de transport a oxigenului.

angiotensină – Proteină asociată cu reglarea presiunii arteriale.

anhidrază carbonică – Enzimă ce catalizează combinarea dioxidului de carbon cu apa pentru a forma acidul carbonic.

anorexie – Pierderea apetitului alimentar.

anoxie – Deficit de oxigen.

antagonist – Muşchi care antagonizează sau se opune acţiunii altui muşchi.

anterior – Partea din faţă a unui organism sau organş suprafaţă ventrală.

aortă – Arteră majoră a sistemului circulator cu origine în ventriculul stâng al inimii.

aparat juxtaglomerular – Structură celulară localizată în apropierea glomerulului; controlează fluxul sanguin în glomerul.

apnee – Oprirea respiraţiei.

apofiză transversă – Prelungire osoasă de fiecare parte a liniei mijlocii a corpului vertebral.

apofiză xifoidă – Partea inferioară a sternului.

aponevroză – Strat fibros sau membranos ce conectează un muşchi de partea pe care o mobilizează.

arahnoidă –Stratul mijlociu dintre cele trei foiţe meningiene.

artere – Vase de sânge ce transportă sânge de la inimă.

arteriole – Artere de dimensiuni reduse.

articulație – Conexiune dintre două oase.

artrită – Inflamație articulară.

ateroscleroză – Tulburare apărută în urma depozitării lipidelor pe pereții vasculari.

atlas – Prima vertebră cervicală.

atrii – Camere pereche ce primesc sângele întors la inimă.

axilă – Zona subbrațului.

axis – A doua vertebră cervicală.

axon – Prelungire neuronală ce transportă impulsuri de la corpul celular neuronal.

baroreceptor – Receptor stimulat de modificările de presiune.

bazofil – Globule albe, ale căror granulații se colorează albastru închis.

bilă – Fluid verde-gălbui sau maroniu produs în ficat, stocat în vezicula biliară și eliberat în intestinul subțire.

bilirubină – Pigment biliar derivat din hemoglobină.

blastocist – Stadiu timpuriu de dezvoltare embrionară, ce urmează stadiului de morulă.

bradicardie – Frecvență cardiacă sub valoarea normală.

bronhie – Una dintre cele două ramuri largi ale traheei ce conduc aerul la plămâni.

bursă – Sac fibros tapetat de membrană sinovială și care conține lichid sinovial; se află între oase și tendoane musculare, scăzând fricțiunea.

calcitonină – Hormon eliberat de tiroidă, ce determină scăderea nivelelor de calciu în sânge.

calice – Partea inițială a căilor urinare.

capacitate vitală – Volumul maxim de aer ce poate fi expirat din plămâni după o inspirație forțată.

capilare – Cele mai mici vase de sânge, locul schimburilor gazoase și nutriționale dintre sânge și celulele tisulare.

capsulă Bowman – Capsula glomerulară; capsulă cu perete dublu; cuprinde un glomerul.

capsulă glomerulară – vezi Capsula Bowman

carbaminohemoglobină – Hemoglobină legată de molecule de dioxid de carbon.

cartilaj – Țesut conjunctiv semidur.

castrare – Îndepărtarea testiculelor.

caudal – Porțiunea situată în partea de jos.

cec – Prima porțiune a intestinului gros.

celulă parietală – Celulă a glandelor gastrice; produce acid clorhidric.

celule alfa – Celule pancreatice care secretă glucagonul.

celule beta – Celule pancreatice care secretă insulina.

celule cu bastonaș - Unul dintre cele două tipuri de celule specializate din retină.

celule cu conuri – Celule fotosensibile retiniene ce asigură vederea colorată.

celule pavimentoase – Celule aplatizate, subțiri, ce formează suprafața anumitor epitelii.

centură pelviană – Oase ce atașează membrele inferioare de scheletul axial.

centură pectorală – Oase ce atașează membrele superioare de scheletul axial.

cerebel – Componentă a sistemului nervos central care coordonează activitatea musculaturii scheletice.

cervix – Continuarea corpului uterin înspre vagin; col uterin.

cetoacidoză – Situație anormală în timpul căreia se produce un exces de corpi cetonici; cetoză.

chemoreceptor – Receptor sensibil la diferite substanțe chimice dizolvate într-o soluție.

cheratină – Proteină insolubilă, localizată în epiderm, păr și unghii, permițând acestor structuri să fie dure și impermeabile.

cheratohialin – Produs preliminar în formarea cheratinei.

chilifer – Capilar limfatic al intestinului subțire prin care se transportă lipidele.

chiasmă optică – Încrucișarea parțială a fibrelor nervilor optici.

chilomicroni – Agregate de colesterol și trigliceride ce părăsesc lumenul intestinal și pătrund în vasele sistemului limfatic.

chim – Masă semifluidă alcătuită din alimente parțial digerate și suc gastric.

ciclu cardiac – Secvența de evenimente ce cuprinde o contracție cardiacă completă și relaxarea atrială și ventriculară.

ciclu Krebs – Cale metabolică aerobă implicată în metabolismul glucidelor; are loc în interiorul mitocondriei.

circulaţie pulmonară – Sistem de vase sanguine ce permit transportul sângelui către şi de la plămân.

circumducţie – Mişcare a unei părţi a corpului precum braţ sau membru inferior, astfel încât să descrie un con în spaţiu.

ciroză – Afecţiune hepatică în care celulele funcţionale sunt înlocuite de ţesut conjunctiv.

citokineză – Diviziunea citoplasmei ce are loc după diviziunea nucleului.

clitoris – Organ erectil feminin, omolog penisului.

coccis – Vertebre sudate la baza coloanei vertebrale.

coenzimă – Substanţă nonproteică asociată cu o enzimă.

cohlee – Cameră în formă de melc a labirintului osos ce conţine receptorii auditivi.

colecistochinină – Hormon intestinal ce stimulează contracţia veziculei biliare şi eliberarea sucului pancreatic.

colesterol – Steroid conţinut de grăsimile animale.

colon – Subdiviziune a intestinului gros ce include porţiunile ascendentă, transversă, descendentă şi sigmoidiană.

colostru – Primul lapte produs de glandele mamare ale unei femei ce alăptează.

condil – Prelungire rotundă la capătul unui os, care se articulează cu alt os.

condroblast – Celulă formatoare de cartilaj.

condrocit – Celulă a cartilajului.

conjunctivă – Membrană subţire, ce tapetează pleoapele şi acoperă suprafaţa anterioară a globului ocular.

controlateral – Porţiune similară localizată pe partea opusă corpului.

cordon ombilical – Structură ce conectează placenta şi fătul; transportă nutrienţi, gaze şi produşi de degradare între făt şi mamă.

corion – Zona din afara sacului amniotic; contribuie la formarea placentei.

cornee – Porţiunea anterioară, transparentă, a globului ocular.

corpuscul carotidian – Receptor la nivelul arterei carotide comune, sensibil la modificările nivelurilor de oxigen, dioxid de carbon şi pH sanguin.

corp galben – Structură ovariană rezultată din folicul după eliberarea ovulului ; corp luteal.

cortex – Stratul extern al unui organ.

cortex cerebral – Regiunea de substanţă cenuşie, de la periferia emisferelor cerebrale.

corticosteroizi – Hormoni steroizi eliberaţi de cortexul glandei suprarenale.

cortizol – Glucocorticoid produs de cortexul glandei suprarenale.

cutanat – Ce aparţine pielii.

dezaminare – Eliminarea unei grupări amino de pe un aminoacid.

defecaţie – Eliminarea conţinutului intestinal.

deglutiţie – Proces de înghiţire.

dendrită – Prelungire ramificată a neuronului ce primeşte impulsurile şi le transmite corpilor celulari.

depolarizare – Pierderea polarităţii unei celule nervoase sau musculare ce determină o undă de depolarizare prin celulă, şi apariţia unui impuls nervos.

derm – Strat al pielii situat sub epiderm.

diabet insipid – Boală caracterizată prin eliminarea unor cantităţi mari de urină diluată, acompaniată de sete intensă şi deshidratare, cauzată de eliberare insuficientă de hormon antidiuretic (ADH).

diabet zaharat – Boală cauzată de o deficienţă sau insensibilitate la insulină, ce determină incapacitatea celulelor să metabolizeze glucidele.

diafiză – Axul unui os lung.

diafragmă – Muşchi ce separă cavitatea toracică de cea abdominală.

diapedeză – Trecerea celulelor în ţesut, printr-un perete vascular intact.

diartroză – Articulaţie mobilă; denumită şi articulaţie sinovială.

diastolă – Perioada de relaxare ventriculară.

diencefal – Porţiunea encefalului, situată între emisferele cerebrale, deasupra mezencefalului şi include talamusul, ventriculul al treilea şi hipotalamusul.

difuziune – Mişcarea moleculelor de la o regiune cu concentraţie crescută către o regiune cu concentraţie scăzută.

dilataţie – Expansiune.

distal – Departe de capătul de origine al unui membru.

dorsal – Ce aparţine spatelui; posterior.

duct biliar – Duct format prin unirea ductului hepatic comun şi cistic, ce se îndreaptă spre duoden.

duct cistic – Duct ce umple şi drenează vezicula biliară.

duct deferent – Duct cu origine în epididim; vas deferens.

duct toracic – Duct larg ce primeşte limfa din porţiunea inferioară a corpului şi partea stângă a capului şi a toracelui.

duoden – Primii 30 cm ai intestinului subţire.

dura mater – Învelişul extern dintre cele trei meninge ce acoperă encefalul şi măduva spinării.

ectoderm – Foiţă embrionară care formează pielea şi structurile nervoase etc.

edem – Acumulare anormală de lichid în ţesuturile extracelulare.

efector – Organ, glandă sau muşchi activate de terminaţiile nervoase.

elastină – Proteină din fibrele elastice ale ţesutului conjunctiv.

electrocardiogramă (ECG) – Înregistrare grafică a activităţii electrice a inimii.

electrolit – Compus chimic ce există ca ion în apă; transmite o încărcătură electrică.

eleidină – Substanţă transparentă prezentă în piele, ce se va transforma în cheratină; asigură impermeabilitatea şi duritatea tegumentelor.

embolie – Migrarea unui cheag de sânge prin sistemul circulator.

embrion – Denumirea produsului de concepţie în primele două luni de dezvoltare.

emisferele cerebrale - cea mai mare parte a encefalului.

endocardită – Inflamaţie a stratului intern al inimii şi al valvelor cardiace.

endocitoză – Mecanism prin care substanţele pătrund în celule; exemplele includ fagocitoza şi pinocitoza.

endoderm – Foiţa embrionară din care se dezvoltă componente ale sistemului gastrointestinal şi respirator..

endometru – Mucoasă ce tapetează peretele intern al uterului.

endosteum – Membrană ce tapetează cavitatea medulară a oaselor lungi.

endoteliu – Stratul de epiteliu pavimentos ce tapetează pereţii cordului, vaselor sanguine şi limfatice.

eozinofil – Leucocit ce conţine granulaţii care se colorează în roşu, cu eozină.

epiderm – Strat superficial al pielii ce conţine epiteliu cheratinizat.

epididim – Duct al sistemului reproducător masculin ce se varsă în ductul deferent.

epifiză osoasă – Capătul terminal al oaselor lungi; continuată cu diafiza.

epifiză (glandă pineală) – Glandă situată în mezencefal, pe peretele superior al ventriculului III; secretă melatonină şi controlează ciclul zi-noapte.

epiglotă – Cartilaj elastic în porţiunea posterioară a faringelui, ce acoperă glota în timpul deglutiţiei.

epinefrină – vezi Adrenalină

epiteliu - Ţesut ce acoperă suprafaţa corpului, tapetează cavităţile interne şi formează glande.

eritrocit – Hematie.

eritropoetină – Hormon renal ce stimulează producţia de globule roşii.

estrogeni – Hormoni sexuali feminini.

exocitoză – Mecanism prin care substanţele se deplasează din mediul intracelular în cel extracelular.

extensie – Mişcare prin care creşte unghiul dintre două părţi ale corpului, precum braţ şi antebraţ.

fagocitoză – Proces de înglobare a particulelor străine de către anumite celule.

faringe – Cale comună pentru sistemul digestiv şi cel respirator.

fascie – Straturi de ţesut fibros ce acoperă şi separă muşchii.

fecundare – Fuziunea spermatozoidului şi a ovulului în trompele uterine.

făt – Stadiu de dezvoltare umană ce se extinde de la începutul lunii a treia după fecundare până la momentul naşterii.

fibre adrenergice – Fibre nervoase care eliberează noradrenalină la nivel sinaptic.

fibre colinergice – Terminaţii nervoase ce eliberează acetilcolină în urma stimulării.

fibre nervoase eferente – Fibre nervoase ce transportă impulsuri de la nivelul sistemului nervos central (SNC).

fibre Purkinje – Fibre ce aparţin sistemului excitoconductor al inimii.

fibrină – Proteină fibroasă insolubilă formată în timpul coagulării sanguine.

fibrinogen – Proteină sanguină convertită la fibrină în timpul coagulării sângelui.

fibroblast – Celulă activă care produce fibrele ţesutului conjunctiv.

fibrocit – Fibroblast în repaus.

filtrare – Pasajul substanţelor dizolvate printr-o membrană sau filtru; are loc în nefronii renali.

fimbrie – Prelungire neregulată, ramificată a trompei uterine, ce se extinde spre ovar.

fisură cerebrală – Adâncitură adâncă a encefalului.

flexie – Îndoirea unei articulaţii în care scade unghiul dintre cele două oase, precum braţ şi antebraţ.

fluid seros – Fluid secretat de celulele unei membrane seroase.

folicul ovarian – Structură ovariană ce conţine un ovul în dezvoltare, înconjurat de celule de suport şi celule nutritive.

folicul pilos – Structură provenită din epiderm în care se formeză firul de păr.

fontanelă – Zonă membranoasă la nivelul craniului nou-născutului.

foramen – Gaură sau deschidere în os.

formaţiune reticulară – Sistem ce activează cortexul cerebral la primirea impulsurilor senzoriale.

fosă – Mică depresiune la nivelul osului.

fosfocreatină – Compus ce serveşte ca sursă alternativă de energie pentru ţesutul muscular; creatin fosfat.

fotoreceptor – Receptor celular specializat, sensibil la energia luminoasă.

fovee – Zonă pe suprafaţa retinei unde se întâlnesc fibrele nervoase.

frontal (coronal) – Plan longitudinal ce împarte corpul într-o porţiune anterioară şi posterioară.

fund – Porţiune a unui organ aflată la distanţă de deschiderea acestuia.

gametogeneză – Formarea gameţilor în sistemul reproducător.

ganglion – Mase nervoase alcătuite din corpurile neuronilor senzoriali, situate în afara encefalului.

gastrină – Hormon secretat de celulele din mucoasa gastrică; controlează secreţia de acid clorhidric (HCl) din stomac; HCl este necesar pentru digestia proteinelor.

gastrulaţie – Proces prin care se diferenţiază cele trei foiţe embrionare; apare după ce a avut loc fixarea blastocistului în endometru.

girus – Circumvoluţiune pe suprafaţa emisferelor cerebrale.

glandă bulbouretrală – Glandă ce aparţine sistemului reproducător masculin, situată inferior de prostată; denumită şi glanda Cowper.

glandă Cowper – vezi Glanda bulbouretrală.

glandă sebacee – Glandă epidermală ce produce sebum.

glandă tiroidă – Glandă endocrină situată la nivel cervical, ce produce tiroxină şi alţi hormoni.

glande apocrine – Tip de glande merocrine; produc o secreţie eliberată prin membrana celulară, prin exocitoză.

glande endocrine – Glande fără duct, al căror produs de secreţie se numeşte hormon şi se elimină în sânge.

glande exocrine – Glande ce prezintă ducte pentru eliberarea secreţiilor în cavităţi şi în exteriorul corpului.

glande holocrine – Glande ce acumulează produşii de secreţie în interiorul celulelor, şi îi descarcă prin dezintegrarea celulei.

glande lacrimale – Glande în care se produc lacrimile.

glande mamare – Glande ce produc lapte la nivelul sânului.

glande paratiroide – Glande endocrine de dimensiuni mici, localizate posterior de glanda tiroidă.

glande sudoripare – Glande epidermale ce produc transpirația.

glande suprarenale – Glande situate deasupra rinichilor; produc hormoni precum adrenalină, noradrenalină, glucocorticoizi şi mineralocorticoizi.

glicogen – Polizaharid major stocat în special în hepatocite.

glicogeneză – Sinteza chimică a glicogenului din glucoză.

glicogenoliză – Degradarea chimică a glicogenului în glucoză.

glicoliză – Proces metabolic ce constă în conversia catalizată enzimatic a glucozei la acid piruvic.

glomerul – Mănunchi de capilare ce formează o parte a nefronului.

glotă – Deschiderea către laringe.

glucagon – Hormon produs de celulele alfa ale insulelor pancreatice Langerhans; creşte nivelul sanguin al glucozei.

glucocorticoizi – Hormoni ai cortexului glandei suprarenale ce cresc nivelul sanguin al glicemiei.

gomfoză – Articulație care apare la locul de implantare a dintelui în alveolă.

gonadă – Organ reproducător.

gradient de concentrație – Diferență de concentrație a unei substanțe între două regiuni diferite.

haustrație – Dilatație cu aspect de mic buzunar la nivelul colonului.

hem – Pigment al hemoglobinei ce conține fier şi transportă oxigen.

hemocitoblast – Celulă stem a măduvei osoase ce dă naştere tuturor elementelor sanguine.

hemoglobină – Pigment roşu eritrocitar ce transportă oxigen.

hemoliză – Proces de distrugere a eritrocitelor ca rezultat al modificărilor chimice şi biochimice.

hemoragie – Pierderea sângelui printr-un perete vascular rupt.

hernie – Protruzia anormală a unui organ printr-o membrană înconjurătoare.

himen – Cută subțire de epiteliu, ce blochează parțial sau complet intrarea în vagin, înainte de debutul activității sexuale.

hipertensiune – Presiune arterială crescută.

hipofiza (glanda pituitară) – Glandă endocrină localizată la baza encefalului; produce şi/sau eliberează numeroşi hormoni.

hipotalamus – Regiune cerebrală, la baza celui de al treilea ventricul, cu funcții multiple; produce oxitocină şi hormon antidiuretic ce sunt stocate în hipofiza posterioară înainte de eliberare în sânge.

hipoxie – Tulburare în care nu există o cantitate adecvată de oxigen la nivel tisular.

histamină – Substanță cu rol în reacțiile alergice şi inflamații.

homeostazie – Menținerea în limite normale a mediului intern al organismului.

hormon – Steroid sau moleculă proteică eliberată în sânge pentru a acționa ca mesager chimic asupra celulelor țintă.

hormon adrenocorticotrop (ACTH) – Hormon produs de lobul anterior hipofizar, care influențează producția și secreția anumitor hormoni de la nivelul cortexului glandei suprarenale.

hormon antidiuretic (ADH) – Hormon produs de hipotalamus şi eliberat de hipofiza posterioară; stimulează rinichii să reabsoarbă apa şi reduce volumul urinar.

hormon de creștere (HGH) – Hormon al hipofizei anterioare ce stimulează creşterea corpului; denumit şi somatotrop.

hormon foliculostimulant (FSH) – Hormon al hipofizei anterioare, ce stimulează dezvoltarea foliculului ovarian la femei şi a spermatozoizilor la bărbaţi.

hormon luteinizant (LH) – Hormon al hipofizei anterioare ce asigură maturarea foliculilor ovarieni şi determină ovulația la femei; stimulează celulele interstițiale ale testiculului să producă testosteron.

hormon paratiroidian (PTH) – Hormon eliberat de glandele paratiroide, ce creşte nivelul sanguin de calciu.

ileon – Porțiunea finală a intestinului subțire.

imunitate mediată celular – Imunitate conferită de limfocite T activate, care distrug celulele infectate cu

microorganisme, sau celulele străine, şi eliberează substanțe chimice ce reglează răspunsul imun.

imunoglobulină – Proteină eliberată de celulele plasmatice, implicată în imunitate; anticorp.

inferior – Caudal; referitor la o poziție la capătul distal al corpului.

inserție – Locul de ataşare al unui muşchi.

inspirație – Actul de aspirare a aerului în plămân.

insulină – Hormon produs de celulele beta ale pancreasului, ce facilitează pasajul moleculelor de glucoză în celule; deficitul determină diabet zaharat.

intercelular – Între celule.

intracelular – În interiorul unei celule.

ion – Atom cu sarcină electrică pozitivă sau negativă.

ipsilateral – Situat de aceeaşi parte.

ischemie – Scăderea perfuziei sanguine.

jejun – Porțiune a intestinului subțire între duoden şi ileon.

joncţiune neuro-musculară – Regiune unde un neuron motor realizează contactul cu celulele musculaturii scheletice.

labie – Cută a pielii, la nivelul organului genital feminin.

lactație – Producția şi secreția laptelui de glandele mamare.

lacună – Depresiune sau spațiu ocupat de celule.

lanugo – Păr fin, pufos, ce acoperă fătul.

laringe – Organ cartilaginos între trahee şi faringe; conține corzile vocale.

lateral – Regiune la distanță de linia mediană a corpului.

legătură ionică – Legătură chimică formată prin atracția ionilor.

leucocite – Celule sanguine albe.

lichid cefalorahidian (LCR) – Lichid de consistenţa plasmei, care se află în interiorul cavităților encefalului şi la nivelul canalului central al măduvei spinării.

lichid interstițial – Lichidul dintre celule; denumit şi lichid intercelular.

lichid seminal - Lichid ce conține spermatozoizi şi secrețiile glandelor sistemului reproducător masculin.

lichid sinovial – Lichid secretat de membrana sinovială ce înconjoară o articulație mobilă precum cotul sau genunchiul; util în lubrifierea şi nutriția suprafețelor articulare.

ligament – Bandă de țesut fibros ce conectează oasele.

limfă – Lichid cu conţinut proteic crescut; provine din lichidul interstiţial şi e transportată de vasele limfatice înapoi în circulaţia sanguină.

limfocit – Leucocit agranular ce se maturizează şi funcţionează în organele limfoide.

limfocite B – Celule implicate în imunitatea mediată prin anticorpi; denumite şi celule B.

limfocite T – Limfocite implicate în răspunsul mediat celular; includ celulele helper, citotoxice, supresoare şi cu memorie; denumite şi celule T.

lombar – Care se referă la zona corpului situată în dreptul coloanei vertebrale lombare.

lumen – Cavitate în interiorul unui vas de sânge sau organ cavitar.

macrofag – Celulă fagocitară de origine conjunctivă, ce se găseşte, sub diferite denumiri, în mai multe ţesuturi.

matrice – Substanţă extracelulară produsă de celulele ţesutului conjunctiv.

medial – Regiune către linia mediană a corpului.

mediastin – Regiunea din cavitatea toracică, ce separă cei doi plămâni.

medulară – Porţiune centrală a anumitor organe precum rinichii.

medulla oblongata – Partea superioară a măduvei spinării; bulb rahidian.

melanină – Pigment sintetizat de celule specializate numite melanocite; conferă culoare pielii şi părului.

membrană bazală – Structură prin care țesutul epitelial se ancorează de țesutul conjunctiv subiacent.

membrană mucoasă – Membrană ce formează învelişul intern al organelor cavitare ce se deschid în mediul extern; mucoasă.

meninge – Cele trei membrane protectoare ale sistemului nervos central.

menopauză – Perioada în care ciclurile menstruale încetează.

menstruaţie – Scurgere periodică de sânge, secreţii şi ţesuturi din uter, în absenţa sarcinii.

metabolism – Totalitatea reacţiilor chimice produse la nivelul celulelor; cuprinde anabolismul şi catabolismul.

mezencefal – Regiunea trunchiului cerebral situată între punte şi diencefal.

mezenter – Extensie dublu stratificată a peritoneului ce susţine majoritatea organelor intraabdominale.

mezoderm – Foiţă embrionară ce va da naştere muşchilor scheletici, netezi şi cardiac etc.

micelii – Forma sub care sunt transportaţi acizii graşi şi monogliceridele.

microglie – Celulă glială implicată în fagocitoză.

microvilozităţi – Proiecţii submicroscopice ale membranei celulelor din mucoasă intestinală.

micţiune – Procesul de eliminare a urinei.

mineralocorticoizi – Hormoni steroizi produşi de cortexul suprarenalei; reglează metabolismul mineral şi balanţa hidrică.

miocard – Muşchiul cardiac.

miofibrilă – Filament contractil aflat în celulele musculare.

miofilament – Proteină contractilă din celulele musculare; există două tipuri de miofilamente: actină şi miozină.

mioglobină – Pigment din celulele musculare, ce leagă oxigen.

miometru – Strat gros de muşchi neted la nivelul uterului.

miozină – Una dintre principalele proteine musculare contractile.

monocit – Leucocit agranular; prezintă un nucleu reniform (în formă de rinichi).

mucus – Material vâscos, secretat de glandele mucoase şi membranele mucoase.

muşchi erector al firului de păr – Muşchi neted ataşat firului de păr.

muşchi cardiac – Muşchi specializat al inimii.

muşchi neted – Muşchi alcătuit din celule musculare nestriate; se găseşte în viscere şi nu se află sub control voluntar.

muşchi striat – Muşchi alcătuit din fibre musculare striate; se găseşte în muşchiul cardiac şi în cel scheletic.

nefron – Unitatea structurală şi funcţională a rinichiului; alcătuit din capsula glomerulară, tubii proximali şi distali, şi ansa Henle.

nerv motor – Nerv ce transportă impulsurile de la nivelul encefalului şi al măduvei spinării.

nerv senzorial – Nerv ce transportă impulsurile nervoase către sistemul nervos central.

nervi cranieni – Cele 12 perechi de nervi cu origine în encefal şi extensie la nivelul muşchilor şi glandelor.

nervi micşti – Nervi ce conţin prelungirile neuronilor motori şi senzoriali.

nervi spinali – Cele 31 de perechi de nervi cu origine în măduva spinării.

neurohipofiză – Glanda hipofizară posterioară.

neuron – Celulă a sistemului nervos, specializată în generarea şi transmiterea impulsului nervos.

neuron bipolar – Neuron cu un axon şi o dendrită, ce pornesc din părţi opuse ale corpului celular.

neuron postganglionar – Neuron motor autonom, care are corpul celular în ganglionii periferici şi prelungirile axonale într-un organ efector sau muşchi.

neuron preganglionar – Neuron motor autonom, care are corpul celular în SNC şi prelungirile axonale la un ganglion periferic.

neurotransmiţător – Substanţă chimică eliberată de neuron pentru stimularea sau inhibarea receptorilor de la nivelul membranei postsinaptice.

neutrofil – Leucocit granular, cu nucleu polilobulat, specializat în fagocitoză.

neuron multipolar – Neuron cu un axon lung şi numeroase dendrite.

neuron senzorial – Neuron ce recepţionează şi conduce impulsurile nervoase de la nivelul receptorilor şi le transmite la nivelul SNC.

neuron pseudounipolar – Neuron ce are o singură prelungire ce se separă într-un axon şi o dendrită.

nevroglii – Celule ale ţesutului nervoscu rol de suport şi izolare; cuprind astrocitele, microglia şi oligodendrocitele.

nod atrioventricular – Masă de celule excitoconductoare, localizată în profunzimea septului interatrial, la nivelul atriului drept.

nod sinoatrial – Masă de celule excitoconductoare, la nivelul peretelui atriului drept; denumit pacemaker.

nodul limfatic – Organ limfatic ce filtrează limfa; conţine limfocitele sistemului imun.

occipital – Arie din porţiunea posterioară a craniului.

oocit – Ovul imatur.

oogeneză – Proces de formare a ovulelor în ovar.

organ – Porţiune a corpului formată din două sau mai multe ţesuturi, cu o anumită funcţie.

origine – Loc de fixare al unui muşchi ce rămâne relativ fix în timpul contracţiei.

oscioare – Cele trei oscioare ale urechii medii: ciocan, nicovală şi scăriţă.

osmoreceptor – Structură sensibilă la presiunea osmotică.

osmoză – Difuziunea apei printr-o membrană semipermeabilă, dintr-o zonă cu concentraţie crescută către o zonă cu concentraţie scăzută.

osteoblast – Celulă formatoare de os.

osteoclast – Celulă mare, macrofagică, ce reabsoarbe şi distruge matricea osoasă.

osteocit – Celulă osoasă în repaus.

osteogeneză – Proces de formare osoasă.

osteon – Sistem de celule şi canale interconectate în structura microscopică a osului compact; denumit şi sistem haversian.

otolit – Particulă de carbonat de calciu în membrana otolitică a canalelor auditive semicirculare.

ovar – Gonada feminină în care se produc ovule.

ovul – Oocit matur.

ovulaţie – Expulzia ovulului matur din foliculul ovarian.

oxihemoglobină – Formă a hemoglobinei ce transportă oxigen.

oxitocină – Hormon eliberat de hipofiza posterioară; stimulează contracţia uterină în timpul naşterii şi ejecţia laptelui în timpul lactaţiei.

pancreas – Glandă localizată sub stomac, între duoden şi splină; produce secreţii exocrine pentru digestia proteinelor, glucidelor şi a grăsimilor, şi secreţii endocrine precum insulină şi glucagon.

papile gustative – Receptorii senzoriali de la nivelul celulelor gustative localizate la nivelul limbii.

parasimpatic – Diviziune a sistemului nervos autonom ce reglează funcţiile interne.

pectoral – Referitor la regiunea toracică anterioară.

penis – Organ masculin pentru copulaţie şi micţiune.

pericard – Sac format din două foiţe; înveleşte inima.

perineu – Porţiune a corpului ce se extinde de la anus până la scrot la bărbaţi, şi până la vulvă la femei.

periost – Membrană nutritivă ce acoperă osul.

peristaltism – Unde de contracţie ale stratului muscular neted necesare înaintării alimentelor de-a lungul tractului gastrointestinal.

peritoneu – Membrană seroasă ce căptuşeşte cavităţile abdominale şi acoperă suprafaţa viscerelor.

pH – Măsurarea acidităţii şi alcalinităţii relative a unei soluţii; este invers proporţional cu concentraţia ionilor de hidrogen dintr-o soluţie.

pia mater – Stratul intern al meningelui.

pilor – Porţiune distală a stomacului, la joncţiunea cu duodenul.

pinocitoză – Proces prin care fagocitele înghit particule mici de lichid.

placentă – Organ temporar ce asigură mediul de transfer pentru gaze dizolvate, substanţe nutritive şi reziduuri, între fluxul sanguin al fătului şi cel matern; organ endocrin prin producerea de hormoni.

plachetă – Element celular implicat în coagulare; denumit şi trombocit.

plan sagital – Plan longitudinal ce divide corpul sau părţi ale corpului într-o porţiune dreaptă şi una stângă.

plasmă – Componentă fluidă a sângelui.

placa epifizară – Cartilaj hialin aflat la nivelul joncţiunii dintre diafiză şi epifiză, loc de creştere al oaselor lungi.

pleură viscerală – Foiţa internă a pleurei, ce acoperă suprafaţa fiecărui plămân.

pleură parietală – Foiţa externă a pleurei, ce acoperă suprafaţa internă a cuştii toracice.

plex – Reţea unde converg fibrele provenite de la mai mulţi nervi.

rugae – Pliuri pe suprafaţa internă a stomacului.

posterior – Regiunea din spate a unui organism, organ sau parte; suprafaţa dorsală.

potențial de acțiune – Impuls nervos.

presiune coloid-osmotică – Presiune exercitată de plasmă și fluidele corpului; rezultă din presiunea proteinelor sanguine precum albumina; permite fluidelor să pătrundă și să părăsească torentul sanguin.

presiune hidrostatică – Presiune exercitată de fluidul dintr-un sistem; presiune arterială.

progesteron – Hormon responsabil pentru pregătirea uterului pentru implantarea ovulului fecundat; este produs de corpul galben și placentă.

pronație – Rotația antebrațului astfel încât palma să privească spre posterior.

proximal – Direcția orientată spre locul de atașare al unei extremități de trunchi; opus distalului.

pulmonar – Ce aparține plămânilor.

puls – Expansiune ritmică și recul arterial provenit din contracția cardiacă.

punte – Porțiune a trunchiului cerebral ce conectează bulbul rahidian de mezencefal.

pupilă – Deschidere în centrul irisului prin care pătrunde lumina.

rata metabolică bazală – Măsură a energiei cheltuite de organism într-o perioadă de timp.

receptor – Structură specializată pentru detectarea unor stimuli.

reflex – Reacție autonomă la un stimul.

renal – Ce aparține rinichilor.

renină – Substanță eliberată de rinichi și implicată în reglarea presiunii arteriale alături de angiotensină.

reticul sarcoplasmatic – Reticul endoplasmatic specializat, al celulelor musculare.

retină – Strat nervos la nivelul porțiunii posterioare a globului ocular, ce conține fotoreceptori.

sarcină – Perioada de dezvoltare intrauterină a fătului, cu durată de aproximativ 266 de zile sau 9 luni.

sarcomer – Unitate funcțională contractilă a musculaturii scheletice; conține miofilamente de actină și miozină.

scleră - Țesut fibros alb localizat în porțiunea externă a globului ocular.

scrot – Structură sacciformă ce conține testiculele.

sebum – Secreție uleioasă a glandelor sebacee.

secusă musculară – Contracția unei singure fibre musculare.

ser – Fluid sanguin gălbui, obținut după coagulare; nu conține celule sanguine sau factori de coagulare.

sfincter – Mușchi ce înconjoară o deschidere a unui organ.

sistem de organe – Grup de organe cu funcții complementare, care îndeplinește o anumită funcție a organismului.

sistem haversian – Sistem de celule și canale interconectate în structura microscopică a osului compact.

sistem tegumentar – Pielea și anexele ei.

sistem limbic – Structuri aflate în jurul trunchiului cerebral implicate în răspunsul emoțional.

sistem limfatic – Sistem alcătuit din limfă, vasele limfatice și țesuturile limfoide; drenează excesul de fluid din spațiul extracelular și este asociat cu sistemul imun.

sistem nervos autonom – Diviziune a sistemului nervos periferic care inervează involuntar glandele, mușchii netezi și cel cardiac.

sistem nervos central – Encefalul și măduva spinării.

sistem nervos periferic – Subdiviziune a sistemului nervos alcătuită din nervi și ganglioni localizați în exteriorul SNC.

sistem port hepatic – Sistem de transport sanguin în care vena portă transportă sângele de la tractul gastrointestinal și splină către ficat.

sistemic – Referitor la întregul corp.

sistolă – Perioada de contracție a inimii.

sinus – Cavitate ce conține aer, situată în anumite oase craniene sau structură vasculară.

schelet axial – Porțiune a scheletului ce formează axa centrală a corpului; include craniul, coloana vertebrală și toracele.

simfiză – Articulație în care oasele sunt conectate între ele prin țesut fibrocartilaginos.

sinapsă – Joncțiunea dintre doi neuroni alăturați sau dintre un neuron și o celulă țintă precum celula musculară.

sinartroză – Articulație imobilă.

sistem nervos simpatic – Subdiviziune a sistemului nervos autonom ce activează sistemele corpului în timpul stresului.

somatotrop – Hormon al hipofizei anterioare ce stimulează creşterea; denumit şi hormon de creştere.

spasm – Contracţie bruscă a unui muşchi.

steroizi – Grup de substanţe lipidice cu inele complexe de carbon, prezente în anumiţi hormoni.

subcutanat – Sub piele.

substanţă albă – Componentă a SNC, alcătuită din fibre nervoase mielinizate.

substanță cenușie – Porțiunea internă a SNC, alcătuită din corpi celulari şi fibre nervoase amielinice.

superficial – Referitor la o regiune situată aproape de suprafața corpului.

superior – Referitor la regiunile părții superioare a corpului.

supinație – Rotația antebrațului astfel încât palma să privească spre anterior.

sutură – Articulație imobilă la nivelul oaselor craniului.

șanț - Adâncitură superficială la nivelul emisferelor cerebrale.

talamus – Masă de substanță cenuşie de la nivelul diencefalului ce acționează ca centru integrativ al impulsurilor senzoriale.

teacă de mielină – Substanţă lipidică de culoare albă ce înconjoară prelungirile neuronului.

tendon – Cordon dens de țesut fibros ce ataşează muşchiul de os.

termoreceptor – Receptor sensibil la modificările temperaturii.

testicul – Organul sexual masculin ce produce spermatozoizi.

timus – Organ limfoid în care se maturează limfocitele T; produce hormoni numiți timozine.

torace – Cavitate a corpului situată deasupra diafragmei.

trahee – Tub cartilaginos semirigid ce transportă aer de la nivelul laringelui către arborele bronşic.

trohanter – Protuberanță mare la nivelul unui os, unde se ataşează muşchi.

trombină – Enzimă ce converteşte fibrinogenul în fibrină şi astfel formează cheagul sanguin.

trombocit – Denumire alternativă pentru plachetele sanguine; fragmente celulare ce participă în procesul de coagulare a sângelui.

trompa lui Eustachio – Tub ce se extinde de la nazofaringe către urechea medie pentru egalizarea presiunilor dintre urechea externă şi cea medie.

trompele lui Falloppio – Organe tubulare ale sistemului reproducător feminin ce primesc oocitele după eliberarea acestora de către ovar şi le conduc la nivelul uterului; locul de fecundare al oocitelor de către spermatozoid; trompe uterine.

trompe uterine – vezi Trompele lui Falloppio.

trunchi cerebral – Regiunea encefalului ce cuprinde mezencefalul, puntea şi bulbul rahidian.

tuberozitate – Protuberanţă mare, rugoasă ce serveşte drept loc de ataşare a muşchilor.

tubi seminiferi – Tubi strâns încolăciți în interiorul testiculului, unde se produc spermatozoizi.

țesut – Grup de celule cu structură similară, care funcționează împreună, şi îndeplinesc aceeaşi funcţie.

umoare apoasă – Lichid apos din camera anterioară a globului ocular.

umoare vitroasă – Substanţă gelatinoasă în camera posterioară a globului ocular.

uree – Produs de degradare al metabolismului aminoacizilor, ce conţine amoniac; produsă în ficat şi excretată în urină.

ureter – Tub ce transportă urina de la rinichi către vezica urinară.

uretră – Tub prin care trece urina de la nivelul vezicii urinare către exterior.

uter – Organ cavitar cu pereţi groşi, ce primeşte şi asigură nutriția ovulului fecundat; organul unde se dezvoltă embrionul şi fătul.

uvulă – Proiecţie tisulară ce se extinde în jos, de la palatul moale.

vagin – Canal fibromuscular ce se întinde de la colul uterin până la orificiul vaginal.

valve semilunare – Valve în artera pulmonară şi aortă ce previn sângele să se întoarcă în ventricule.

vas deferens – vezi Duct deferent.

vasoconstricție – Îngustarea unui vas de sânge.

vasodilatație – Lărgirea unui vas de sânge.

vegetații adenoide – Amigdale faringiene.

vene – Vase ce aduc sângele la inimă.

ventral – Referitor la regiunea frontală a corpului; anterior.

ventricule – Cavități cardiace pereche, ce pompează sânge către artera pulmonară și aortă.

ventriculi cerebrali - Cavități pline cu lichid cefalorahidian, la nivel cerebral.

venule – Vene mici.

vezica biliară – Formațiune sacciformă sub lobul drept hepatic, în care este stocată bila.

vili – Proiecții digitiforme ale peretelui intestinal, care cresc suprafața de absorbție.

visceral – Referitor la un organ al cavității toracice sau abdominale.

volum bătaie – Cantitatea de sânge pompată de ventricul în timpul unei contracții.

vulvă – Organ genital extern al sistemului reproducător feminin.

zigot – Ovul fecundat.

INDEX